



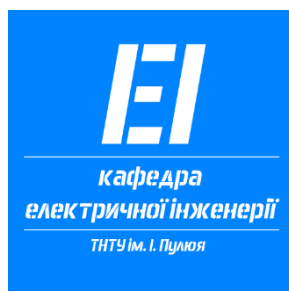
**Міністерство освіти і науки України**



**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ *імені Івана Пулюя***

**ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ**

***Кафедра електричної інженерії***



**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ**

**з дисципліни**

**«СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ»**

**для студентів спеціальності 141-**

**«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

Тернопіль, 2023

**Системи управління електропостачанням: Методичні вказівки для проведення лабораторного практикуму. /Укладач доц. Оробчук Б.Я. – Тернопіль, 2023 – 105с.**

Методичні вказівки до лабораторного практикуму з дисципліни «Системи управління електропостачанням» для спеціальності 141 - " Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка " розроблені з метою засвоєння теоретичних матеріалів студентам при виконанні лабораторних робіт. Методичні вказівки містять теоретичні основи, довідковий матеріал, опис і методику проведення лабораторних робіт, які пов'язані з основними лекційними розділами дисципліни «Системи управління електропостачанням».

Методичні вказівки до лабораторного практикуму складено відповідно до навчальної програми з курсу «Системи управління електропостачанням», а також літературних джерел, наведених у переліку.

Розглянуто на засіданні кафедри електричної інженерії  
Тернопільського національного технічного  
університету імені Івана Пулюя,  
Протокол № 1 від 25 серпня 2023 р.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні  
науково-методичної ради факультету прикладних  
інформаційних технологій та електроінженерії  
Тернопільського національного технічного  
університету імені Івана Пулюя,  
Протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.

Укладач: к.т.н., доц. Б.Я. Оробчук

Рецензент: д.т.н., проф. В.А. Андрійчук

Відповідальний за випуск: к.т.н., доц. Б.Я. Оробчук

## ЗМІСТ

|  |     |
|--|-----|
| <b>ВСТУП</b>   | 4   |
| <b>Лабораторна робота №1.</b> Будова, структура і функціональні елементи автоматизованої системи управління електроспоживанням на базі навчальної моделі-тренажера | 5   |
| <b>Лабораторна робота №2.</b> Ознайомлення з програмним комплексом АСДК «Енергія»  | 14  |
| <b>Лабораторна робота №3.</b> Освоєння основних функцій графічного редактора <b>КомпГрафік</b>   | 38  |
| <b>Лабораторна робота №4.</b> Побудова графіків навантаження роботи однолінійної електричної схеми   | 74  |
| <b>Лабораторна робота №5</b> Способи управління електропостачанням та виконавчими механізмами в середовищі лабораторного тренажера                                 | 85  |
| <b>Список використаних джерел</b>  | 104 |

## ВСТУП

Лабораторний практикум складається з п'яти лабораторних робіт, які охоплюють галузь технічних засобів, програмного і інформаційного забезпечення систем управління електропостачанням в електроенергетичних системах та мережах.

Великі обсяги інформації, що отримує диспетчер під час роботи, вимагають введення електронних обчислювальних машин в процес управління. Для управління енергетичними об'єктами на різних рівнях диспетчерських системам електропостачання створені спеціальні алгоритми і методи, засновані на застосуванні математичних моделей і введенні пристроїв телемеханіки. Ці алгоритми реалізуються в оперативно-інформаційних управляючих комплексах, деякі з них розглядаються в розроблених лабораторних роботах на базі навчальної моделі-тренажера.

## Лабораторна робота №1

**Тема роботи:** Будова, структура і функціональні елементи автоматизованої системи управління електроспоживанням на базі навчальної моделі-тренажера

**Мета роботи:** Ознайомитися з функціональними елементами комплексу технічних засобів АСДК «Стріла», їх взаємозв'язками і реалізацією на прикладі лабораторної моделі-тренажера.

### 1 Теоретична частина

Автоматизована система диспетчерського керування (АСДК) «Стріла» призначена для підвищення надійності та ефективності оперативно-диспетчерського та технологічного управління об'єктами, що входять до складу енергосистеми. АСДК являє собою сукупність технічних засобів та інформаційно-математичного забезпечення, які використовуються при диспетчерському управлінні енергетичними об'єктами на основі ЕОМ.

Автоматизовані системи обліку енергії, контролю та управління електроспоживанням (АСКОЕ), що впроваджуються в даний час в енергетичних підрозділах України, спрямовані на енерго- і ресурсозбереження. Вони дозволяють підвищити ефективність контролю і регулювання електроспоживання підприємств за рахунок підвищення точності і оперативності обліку електроенергії. Підвищення ефективності роботи енергосистеми в цілому при впровадженні АСКОЕ може бути досягнуто за рахунок раціонального використання та економії енергії споживачами, в умовах безперервного автоматизованого контролю - підвищення якості короткострокового прогнозування електроспоживання енергоємних підприємств, вдосконалення системи розрахунків з абонентами, вирівнювання сумарного графіка електричних навантажень (зниження максимуму енергосистеми). Розроблена модель-тренажер АСДК і АСКОЕ дозволяє вивчати принципи роботи, функціональні завдання, структуру, технічні засоби і програмне забезпечення автоматизованих систем диспетчерського управління електричними мережами та електроспоживання. Модельована автоматизована система створюється на базі розроблених на кафедрі та ТКБР «Стріла» установок (модель-тренажер телемеханізованої підстанції, диспетчерський щит, електронні лічильники для обліку електроенергії на енергооб'єкті), стандартних функціональних пристроїв (телемеханіки, системи автоматизованого обліку енергії) і ЕОМ з відповідним програмним забезпеченням.

У моделі відтворюється типове територіально розподілене середовище, що представляє інформаційно-пов'язану систему, яка містить наступні основні функціональні підсистеми:

- контрольовані пункти (КП) як пункти формування первинної інформації (ПФП) АСДК і АСКОЕ;
- апаратура СЗП (систем збору і передачі інформації про стан мережі, поточні і інтегральні характеристики режиму) на контрольованих пунктах;
- система зв'язку;
- диспетчерський пункт (ДП) або пункт управління (ПУ) АСДК і АСКОЕ, оснащений ЕОМ відповідної конфігурації;
- апаратура СЗП на диспетчерському пункті електричної мережі;
- програмні комплекси для ЕОМ диспетчерського пункту електричної мережі, які реалізують завдання оперативно-інформаційного та обчислювального комплексів АСДК електричної мережі і завдання АСКОЕ;
- диспетчерський щит для відображення інформації про стан і режими мережі на диспетчерському пункті електричної мережі.

Функціональні підсистеми моделі-тренажера представлені наступним чином:

1. **Контрольований пункт (КП)** - обладнання та комутаційні апарати діючого тренажера двотрансформаторної підстанції 110/35/10 кВ, оснащеної електровимірювальними приладами, лічильниками електричної енергії та набором необхідних датчиків:

- поточних телевимірювань (ТВ) електричних характеристик режиму;
- датчиками телесигналізації (ТС) про стан вимикачів підстанції;
- виконавчими органами телеуправління (ТУ);
- імпульсними датчиками до індукційних лічильників для телевимірювання інтегральних характеристик режиму (ТВІ), тобто датчиками інформації про електроспоживання для АСКОЕ.

## 2. **Апаратура СЗП:**

а) комплект мікропроцесорної телемеханіки (ТМ) «Енергія» для контрольованого пункту - розробки і виробництва Тернопільського конструкторського бюро радіотехніки (ТКБР) «Стріла», що складається з модуля КП і 3-х субблоків (програмно-апаратних модулів):

- модуля прийому аналогових сигналів на 8 ТВ, 0 - 5 мА;
- модуль прийому дискретних сигналів на 8 ТС;
- модуля телеуправління на 8 ТУ;

б) система багаторівневого енергоконтролю (СБЕК) і контролер збору даних (КЗД) для збору, обробки, відображення і передачі на верхній рівень

(диспетчерський пункт електричної мережі) інформації про електроспоживання контрольованих приєднань підстанції;

в) контролер збору даних (КЗД) про електроспоживання від індукційних лічильників, оснащених імпульсними датчиками - на 16 датчиків.

3. **Мережа зв'язку** у вигляді кручених фізичних пар, між КП і ДП телемеханіки, КЗД і ПВІ (пристрій відображення інформації) СБЕК протяжністю до 10 м. Крім цього в ТМ «Енергія» і СБЕК є можливість використання радіоканалу, Wi-Fi- та GPRS-зв'язку.

4. **Персональні комп'ютери (ПК).**

5. **Пристрій з'єднання ПК з телемеханікою** – перетворювач RS232/RS485.

6. **Диспетчерський мнемощит** зі схемою контрольованої підстанції і індикаторами стану обладнання.

7. **Система СБЕК** верхнього рівня на диспетчерському пункті електричної мережі для збору інформації про електроспоживання з системи (систем) нижнього рівня і передачі в ПК.

8. **Програмний комплекс АСДК** розробки ТКБР «Стріла» (SCADA «Енергія»).

Структурна схема моделі АСДК і АСКОЕ представлена на рис. 1.

## 2 Характеристика лабораторного тренажера

Модель-тренажер підстанції дозволяє ознайомитися з методами оперативно-диспетчерського управління в умовах АСДК, з методами телеконтролю і телеуправління електричними мережами та електроспоживанням. Схема підстанції, число силових трансформаторів і приєднань на стороні її вищої і нижчої напруги прийняті мінімально достатніми для ілюстрації порядку виконання перемикачів в електричних мережах. Передбачається підстанція без обслуговуючого персоналу, з двома лініями 110 кВ і двома трансформаторами, зі схемою містка з вимикачами на трансформаторах і на перемичці, двома секціями шин низької напруги, секційним вимикачем (СВ), трьома навантажувальними приєднаннями і конденсаторною установкою компенсації реактивного навантаження підстанції. Схема модельованої підстанції представлена на рис. 2.

Модель-тренажер підстанції містить моделі силових трансформаторів, комутаційні апарати, моделі навантажень на відхідних лініях, вимірювальні прилади для виконання електричних вимірювань, датчики і апаратуру телемеханіки.

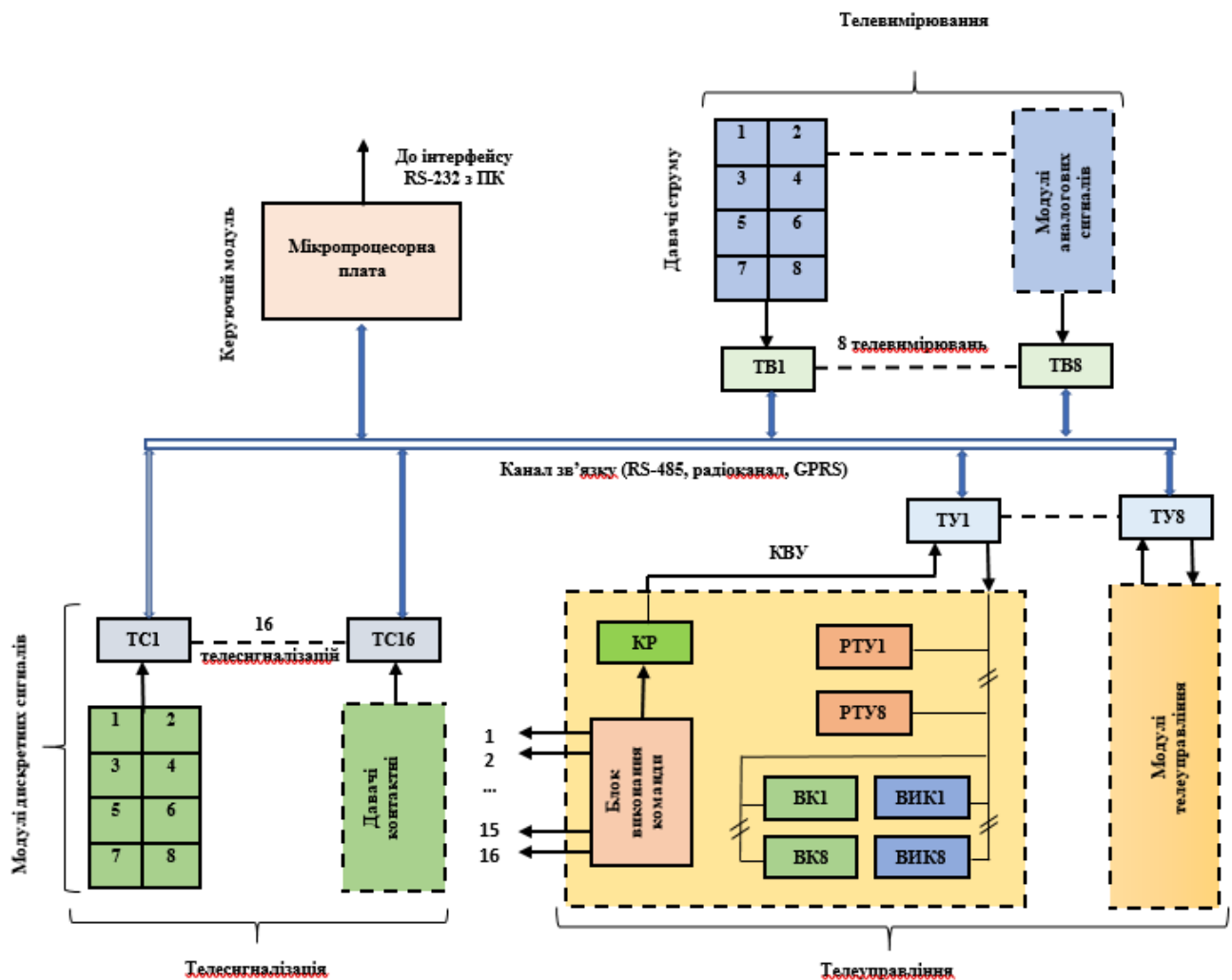


Рисунок 1. Комплекс мікропроцесорної телемеханіки (МТ):

ТВ – телевимірювання; ТУ – телеуправління; ТС – телесигналізація; РТУ – реле телеуправління;  
 ВК – включення реле телеуправління; ВИК – виключення реле телеуправління;  
 КВУ – команди виконання управління; КР – контролер реле

В умовах розробленої моделі склад датчиків телемеханіки на різних приєднаннях (вводи низької напруги трансформаторів, шини низької напруги, шиноз'єднувальний вимикач і відхідні лінії 10 кВ) визначено відповідно до «Основних положень по створенню АСДК», але обмежений ємністю реально використовуваних модулів телемеханіки «Енергія» (1 модуль телевимірювань на 8 ТВ, 1 модуль телесигналізації на 8 ТС, 1 модуль телеуправління на 8 ТУ вимикачів).

Для поставлених завдань підготовки спеціалістів з АСДК прийнятним є використання сучасного програмно-апаратного комплексу мікропроцесорної телемеханіки «Енергія» ТКБР «Стріла». У комплект телемеханіки входить пульт оператора (ПО) – робоче місце диспетчера і мнемощит (рис. 3), модуль КР і блоки телемеханіки розміщені безпосередньо на стенді в лабораторії (рис. 4). В якості системи автоматизованого обліку енергії спільно з МТ «Енергія» може бути застосована система СБЕК (SCADA «Енергія»).



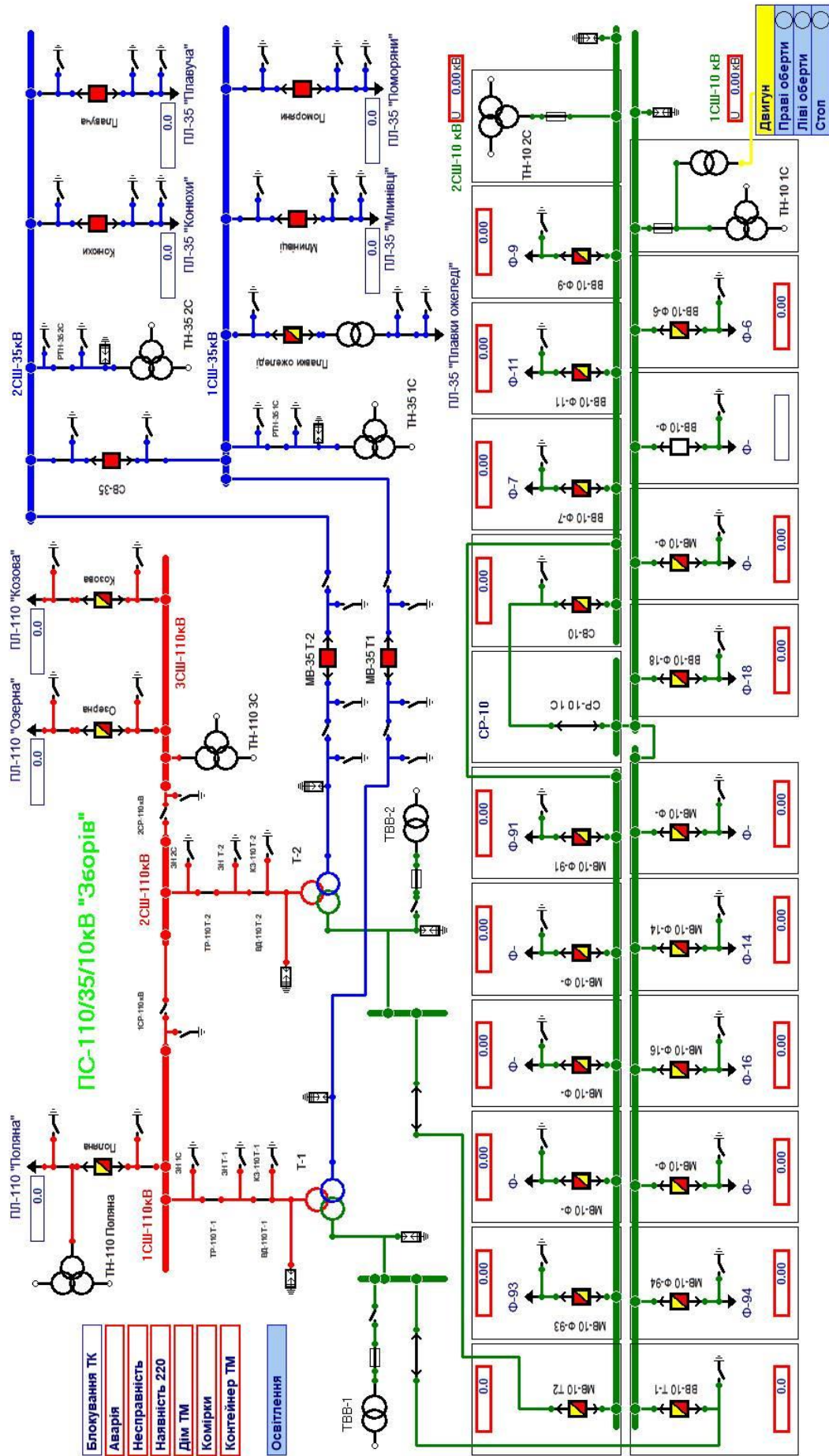


Рисунок 2. Схема модельованої підстанції

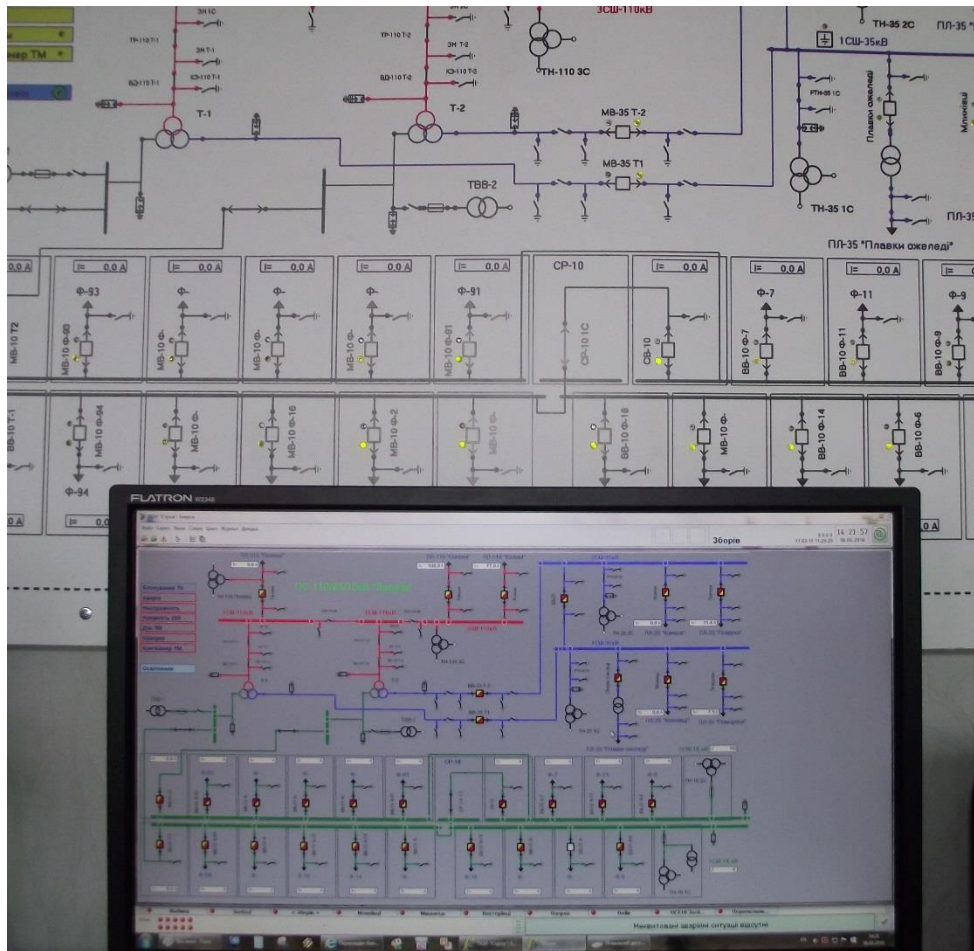


Рисунок 3. Робоче місце диспетчера (пульт оператора) і фрагмент мнемощита



Рисунок 4. Модуль контрольованого пункту (КП)

АСКОЕ є функціональною підсистемою АСДК і базується на засобах автоматизованого обліку енергії. Базовий комплекс СБЕК складається з пристрою обробки інформації (ПОІ), робочого місця диспетчера, панелі монтажно-ї (ПМ), первинних перетворювачів (ПП), якими слугують імітатори трансформаторних підстанцій. Обов'язковим елементом системи є КЗД, лінії (або канали) зв'язку.

Система забезпечує прийом, обробку, зберігання та передачу інформації, що надходить у вигляді імпульсів від первинних перетворювачів по кожному каналу обліку відповідно до СБЕК користувача, індивідуально по кожному каналу обліку і занесення в оперативну пам'ять ПОІ з пульта оператора або клавіатури ПК.

Програмний комплекс АСДК ТКБР «Стріла» використовується в якості базового для застосування до розробленої моделі.

Комплекс дозволяє отримати відображення схем підстанцій, подій, документів, ретроспективи і пристроїв. Є можливість редагування існуючих і створення нових схем, документів, баз даних, паспортів енергетичних об'єктів. Є можливість підключення до телемеханіки та відключення від неї динамічних елементів схем, управління цими елементами, фіксування подій, перегляду поточних і архівних телевимірювань.

Комплекс містить програмні модулі реального часу для відображення потужності і всіх параметрів СБЕК в графічній формі, в табличній формі, а також для занесення ретроспективи в архівні файли.

В якості щита управління використовується мнемощит, фрагмент якого представлено на рис. 3.

Пристрій мікропроцесорної телемеханіки «Енергія» в принципі забезпечує прийом і передачу інформації між КП і ДП радіо-, Wi-Fi- та GPRS-каналом, повним телефонним каналом, телеграфним каналом і фізичною парою. Для цього в складі блоку КП може бути використаний приймач і передавач інформації, модем, блок управління радіостанцією і модемом.

На даному етапі розробки моделі АСДК прийнятий зв'язок між КП і ДП (ПК) фізичною парою в послідовний порт комп'ютера через інтерфейс RS232.

Підключення КЗД СБЕК до модуля КП МТ «Енергія» здійснюється на спеціальний приймач КЗД за принципом струмової петлі через двопровідну лінію зв'язку.

Підключення КЗД до ПВІ СБЕК здійснюється через інтерфейс RS232 модуля інтерфейсів ПВІ через двопровідну лінію зв'язку.

Зв'язок між ПВІ дворівневої моделі АСКОЕ здійснюється також через інтерфейс RS232 модуля інтерфейсів ПВІ СБЕК через двопровідну лінію зв'язку.

### 3 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з елементами комплексу технічних засобів мікропроцесорної телемеханіки моделі-тренажера АСДК та АСКОЕ «Стріла».
2. Ввімкнути комп'ютер, завантажити програмний комплекс моделі-тренажера «Стріла».
3. Ввімкнути диспетчерський мнемощит.
4. Підключити для дослідження схему модельованої підстанції (рис. 3).
5. Виконати зміну стану поточних параметрів режиму схеми згідно варіантів вихідних даних (табл. 1).
6. Зафіксувати та зберегти нові режимні параметри.
7. Проаналізувати результати виконаних перемикачів режиму роботи однолінійної схеми.

Таблиця 1 - Варіанти вихідних даних

| <i>№ вар.</i> | <i>Робота трансформаторів 110 кВ</i> | <i>Подати живлення на:</i> |
|---------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1             | T1                                   | ПЛ-35 «Конюхи»             |
| 2             | T1, T2                               | Фідер Ф-93                 |
| 3             | T2                                   | Фідер Ф-91                 |
| 4             | T1, T2                               | ПЛ-35 «Плавуча»            |
| 5             | T1                                   | Фідер Ф-7                  |
| 6             | T1, T2                               | Фідер Ф-9                  |
| 7             | T2                                   | ПЛ-35 «Млинівці»           |
| 8             | T1, T2                               | Фідер Ф-11                 |
| 9             | T1                                   | Фідер Ф-94                 |
| 10            | T1, T2                               | ПЛ-35 «Поморяни»           |
| 11            | T2                                   | Фідер Ф-16                 |
| 12            | T1, T2                               | Фідер Ф-14                 |
| 13            | T1                                   | Фідер Ф-18                 |
| 14            | T1, T2                               | Фідер Ф-6                  |
| 15            | T2                                   | Трансформатор ТН-10 1С     |

### 4 Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Схема модельованої підстанції.
3. Послідовність операцій при зміні стану поточних параметрів режиму схеми.
4. Фрагмент однолінійної схеми з результатами виконаних перемикачів.
5. Короткий аналіз результатів виконаних перемикачів режиму роботи однолінійної схеми.

## 5 Контрольні питання

1. Сформулюйте призначення систем АСДК та АСКОЕ.
2. Назвіть функціональні підсистеми АСДК.
3. Перерахуйте інформаційні завдання АСДК.
4. Перерахуйте технологічні завдання АСДК.
5. Перерахуйте режимні задачі АСДК.
6. Перерахуйте основні елементи комплексів технічних засобів АСДК та АСКОЕ та їх призначення.
7. Які завдання входять до автоматизованих систем управління електропостачанням електричних мереж?
8. Назвіть функції диспетчера ОЕС.
9. Назвіть функції диспетчера ЕЕС.
10. Назвіть функції диспетчера РЕМ.
11. Яке обладнання знаходиться в оперативному управлінні та оперативному веденні диспетчера?
12. Які принципи є основою побудови системи диспетчерського управління електропостачанням?

## Лабораторна робота №2

**Тема роботи:** Ознайомлення з програмним комплексом АСДК «Енергія»

**Мета роботи:** Вивчення функцій і основних дій програмного комплексу

### 1 Теоретична частина

У зв'язку з ускладненням схем і режимів роботи електричних мереж все більш широке поширення в системах управління електропостачанням набувають комплекси автоматизованих систем диспетчерського керування (АСДК). Ці комплекси не тільки полегшують управління електропостачанням, підвищують ефективність роботи диспетчерського персоналу, але і забезпечують високу якість оперативного та автоматичного управління, планування режимів роботи, контроль за проходженням цих режимів, а також проводять діагностику засобів автоматичного управління, корегують схеми і уставки автоматики в поточному режимі. В об'єднаних енергосистемах України широко застосовуються різноманітні комплекси АСДК, в тому числі комплекс на основі телемеханіки «Енергія», розроблений Тернопільським конструкторським бюро радіотехніки «Стріла».

Основними можливостями комплексу телемеханіки «Енергія» є:

- оперативний контроль режимних параметрів і стану схеми підстанції;
- контроль дії автоматичних пристроїв;
- автоматична реєстрація аварійних ситуацій з формуванням узагальнених повідомлень черговому персоналу підстанції та передачею інформації в АСДК верхнього рівня;
- зберігання та надання черговому персоналу інструкцій по переключенню на головній схемі;
- ведення диспетчерської документації та обмін інформацією з верхнім рівнем управління;
- телеуправління комутаційними апаратами.

Комплекс є спеціалізованим програмно-апаратним продуктом, призначеним для створення АСДК електричних мереж, працює в операційних системах Windows і містить наступні модулі: графічний редактор; редактор вхідних форм документів; базу даних обладнання; керуючий модуль.

Графічний редактор містить бібліотеку статичних і динамічних елементів, що дозволяють набрати будь-яку електричну схему.

Редактор вхідних форм документів дозволяє виводити на екран і друк технічну документацію в зручній користувачеві формі.

База даних містить паспорти обладнання підстанцій, що входять до складу електричних мереж.

Керуючий модуль виконує розподільчі та керуючі функції між трьома перерахованими модулями, дозволяє контролювати положення комутаційних апаратів, обладнаних телемеханікою, використовує результати телевимірювань, одержуваних від контрольованих пунктів, дозволяє переглянути архів телевимірювань, зареєстрованих пристроями телемеханіки, і містить ряд інших функцій.

Мовою програмування комплексу є Delphi.

Система АСДК виконує прийом, первинну обробку та архівування інформації, що надходить від пристроїв телемеханіки (телевимірювання, телесигналізації). Прийом поточної інформації проводиться з циклом опитування, визначеним комплексом телемеханіки (2; 5 с і ін.).

Первинна обробка інформації полягає в усередненні аналогових параметрів (заміряються значення струму, напруги, активної і реактивної потужності в контрольованих точках) і додаткових розрахунків відсутніх параметрів перед архівуванням.

Вторинна обробка інформації полягає в контролі відхилень режимних параметрів від заданих або гранично допустимих значень, інтегруванні, диференціюванні режимних параметрів, веденні добової диспетчерської відомості, формуванні масивів сигналів про стан комутаційних апаратів, що змінили свій стан і ін.

Діалог диспетчера з системою може здійснюватися як з клавіатури ЕОМ, так і з використанням віртуальних клавіш на екрані і маніпулятора "миша". Диспетчер має можливість переглянути значення параметрів телевимірювань в таблицях по кожній контрольованій підстанції за потрібною датою і часом, так як ці дані заносяться в архів і зберігаються певний час. Кожна подія в системі (включення - відключення вимикачів, спрацьовування телесигналізації, релейного захисту, вихід параметрів за допустимі значення і т.п.) заносяться в архів подій у вигляді таблиці. Архів можна переглянути, задавши необхідні дату і час. Вибравши окрему подію, диспетчер може отримати про неї більш детальну інформацію, подивитися схему технологічного об'єкта, на якому відбулася ця подія. Дані в таблиці можна змінювати, рухаючись в минуле або майбутнє щодо обраного часу.

Для входу в головне меню програмного комплексу необхідно на *Робочому*

*столі* ПК активізувати ярлик програми (, , ) або  - залежить від встановленої версії програми)

## 2 Опис програми «Енергія»

Програма «Енергія» призначена для оперативного відображення та керування об'єктами на електричних підстанціях. Даний програмний продукт використовується в комплексі дистанційного керування технологічними процесами «Стріла-М».

**Початок роботи.** При запуску програми на моніторі з'являється вікно, у якому відображаються етапи завантаження програми (рис. 1).

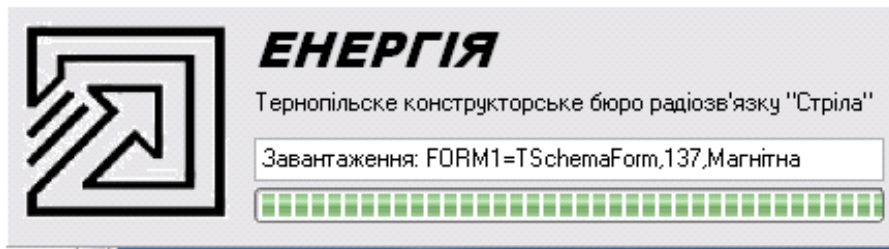


Рисунок 1. Вікно завантаження програми

По завершенні запуску програми на екрані ПК відображаються робоче поле (рис. 2).

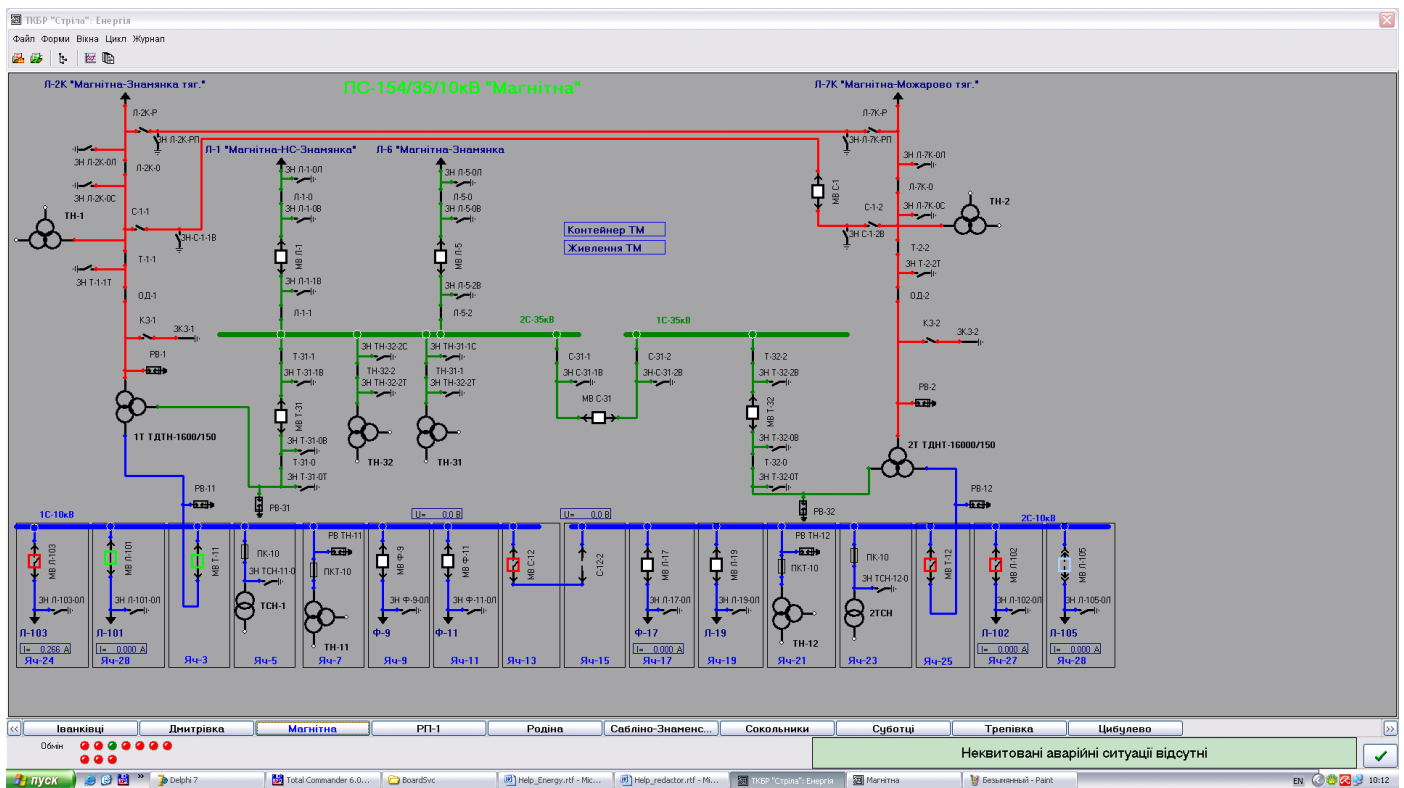


Рисунок 2. Робоче поле програми



На робочому полі можна виділити три окремих елементи.

*Вікно головного меню* - у даному вікні відображені основні команди програмного забезпечення (рис. 3).

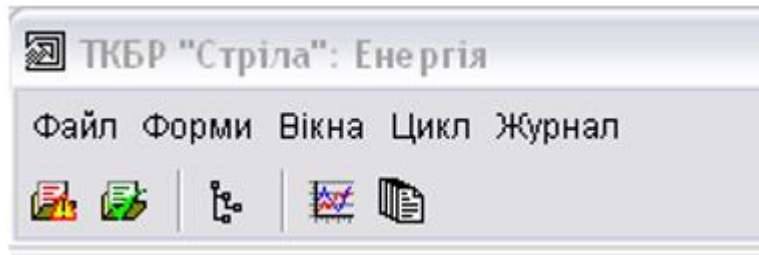


Рисунок 3. Вікно головного меню

*Вікно схеми* – це безпосередньо зображення схеми (рис. 4).

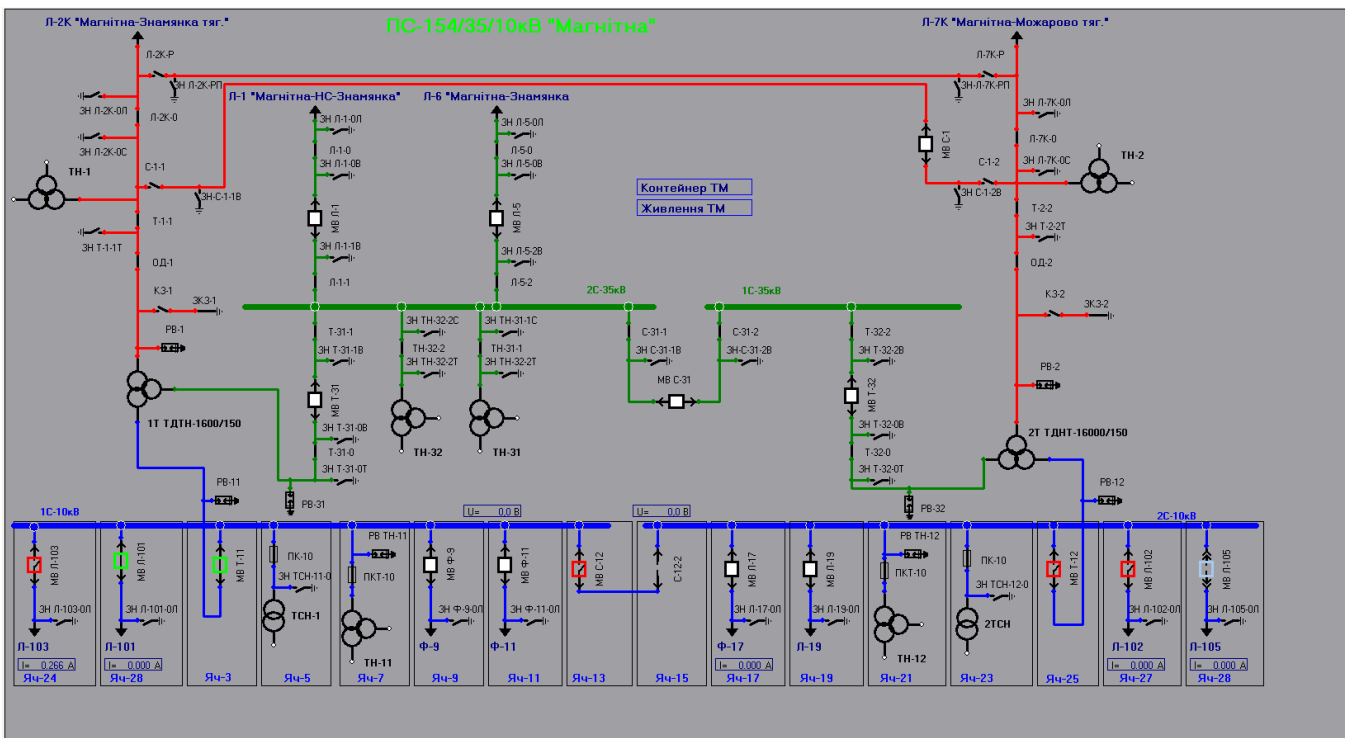


Рисунок 4. Вікно робочої схеми

*Вікно статусу* – містить прокрутку для схем, а також додаткові елементи для роботи з журналом та відображенням каналів зв'язку (рис. 5).

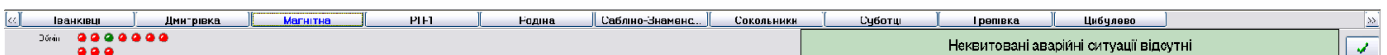







Рисунок 5. Вікно статусу






**Робота зі схемами.** При роботі диспетчера в середовищі програмного забезпечення «Енергія» оперативна інформація про стан об'єктів на підстанції відображається на схемі.

При цьому для фідера прийняті наступні позначенні (рис. 6):

Вимикачі:

-  - включений (зелений),
-  - виключений (червоний),
-  - невідомий (білий),
-  - ручний ввід (жовтий трикутник),
-  - по даному об'єкту є повідомлення: недійсне, неактуальне (червоний трикутник).



Комірка:

-  - ремонтне положення комірки з вимикачем (відсутня лінія з'єднання),
-  - контрольне положення (додаткові стрілочки).
-  - викотна комірка відсутня (відсутні стрілочки).
-  - комірка викочена.
-  - комірка в робочому положенні

Заземлення:

-  - наявність землі.


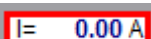
Заземляючі ножі:

-  - виключений,  - включений.




Роз'єднувачі:

-  - виключений,  - включений.

Телевиміри:

-  - значення без повідомлення,
-  - по данному значенню є попередження: неактуальне, недійсне (червона рамка).

Телесигналізація:

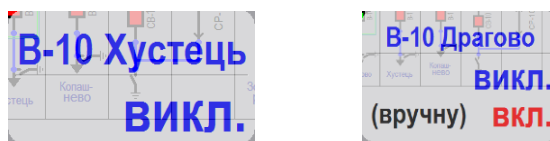
-  - виключений (прозорий),
-  - включений (жовтий),
-  - по даному значенню є попередження: неактуальне, недійсне (червона рамка).

-  - трансформатор;
-  - розрядник;
-  - запобіжник

Рисунок 6. Позначення стану фідера та обладнання

При наведенні на елемент схеми, яким можна керувати, навколо нього підсвічується темно-зелена рамка. При кліку лівою клявішею миші проходить його виділення (світло-зелена рамка).

Примітка: Індикація аварійних повідомлень виконується на схемі за допомогою візуальної (проходить мигання елемента по якому прийшло повідомлення) та звукової інформації. При наведенні на елемент телекерування через деякий час з'являється впливаюче вікно з поточним його станом у текстовому виді (червоний колір тексту вказує на можливу невідповідність реальному стану — неактуальність, ручний ввід, недійсне значення):



Пояснення:

- включений/виключений — пристрій знаходиться у включеному або виключеному стані відповідно.
- невідомий — інформація про стан даного об'єкта ще не надходила.
- ручний ввід — інформація про об'єкт була введена вручну, а не з телемеханіки.
- недійсний — інформація про стан об'єкта надходить з телемеханіки, але зафіксовані проблеми на самому обладнанні телемеханіки.
- неактуальні — інформація про стан об'єкта надходить з телемеханіки, але дані застарілі.

**Запит стану та керування обладнанням.** Запит стану об'єктів проходить постійно в фоновому режимі. При необхідності ручного запуску опитування підстанції необхідно натиснути ліву клявішу миші на пустому полі схеми. Після цього на екрані з'явиться діалог, який приведено на рис. 7.

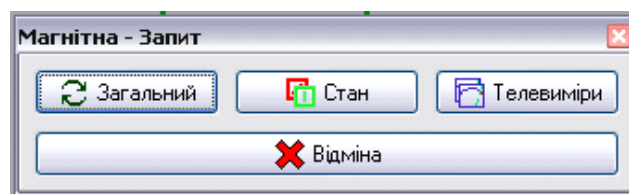


Рисунок 7. Вікно запиту стану обладнання

В даному діалозі є команди:

**Загальний** – проводить загальний запит по підстанції.

**Стан** – запитати тільки стан об'єктів.

**Телевиміри** – запитати тільки значення показів телевимірів.

**Відміна** – закрити діалог.

Крім запитів стану по підстанції також проводиться телекерування об'єктами на підстанції. Для цього треба навести курсор на об'єкт, яким керують, і натиснути два рази ліву клавішу миші. При можливості його телекерування на екрані з'явиться діалог, який приведено на рис. 8.

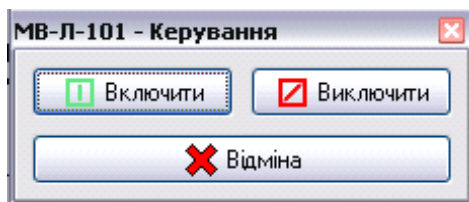


Рисунок 8. Вікно керування обладнанням

Команда **Включити** – стартує виклик на включення.



Команда **Виключити** – стартує виклик на виключення.


Команда **Відміна** – закриває діалог.

**Перехід на схему.** Перелік всіх схем зафіксовано у полосі прокрутки. Для переходу на необхідну схему треба навести курсор миші на кнопку з назвою схеми та натиснути лівою клавішу миші – вона змінить колір (рис. 9).



Рисунок 9. Вибір схеми керування

Крім кнопок з назвами схем у вікні є кнопки  та . З їх допомогою можна відкрити схему, яка знаходиться перед або після поточної. Порядок схем йде згідно розміщення кнопок з назвами.

**Аварійна сигналізація.** Для повідомлення про аварійну зміну стану об'єкта у програмі Енергія використовується звукова та візуальна (мигання позначення об'єкта, стан якого змінився) сигналізація. Крім того у вікні статусу мигає блок з журналом, де вказано, по якому саме об'єкту прийшло аварійне повідомлення. Для квітування події треба навести курсор на кнопку  і натиснути ліву клавішу миші.

**Канали зв'язку.** Під час роботи програми проходить обмін даними з обладнанням. Індикація обміну виведена на статусне вікно.

Кольорова індикація: *червоний* – канал не встановлено; *зелений* – канал встановлено; *мигання* – проходить передача даних по каналу.

При наведенні на індикатор виводиться підказка з назвою схеми, за яку

відповідає даний канал зв'язку (рис. 10).

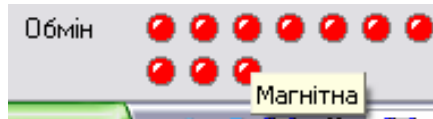


Рисунок 10. Індикація каналів зв'язку

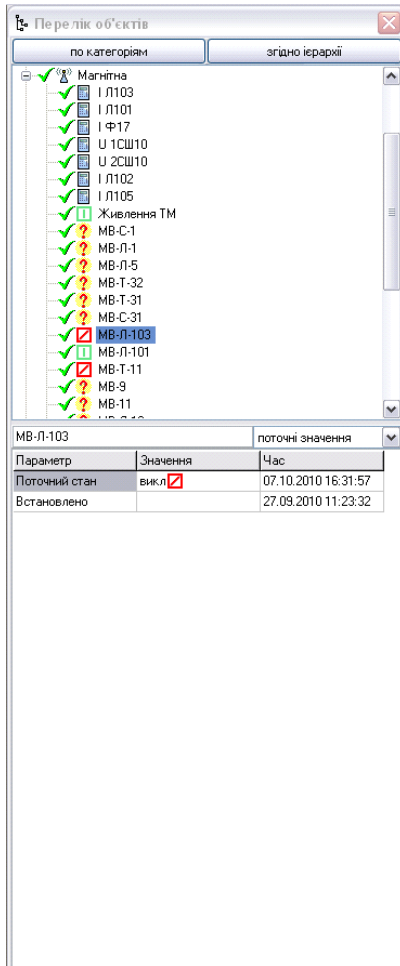



Рисунок 11. Дерево об'єктів



**Дерево об'єктів.** Більш докладніша інформація про стан об'єкта виведена у вікні дерева об'єктів. Для виклику вікна треба натиснути кнопку  з вікна головного меню або через меню **Форми**, пункт **Дерево об'єктів**.

Вікно поділене на дві частини: верхня – об'єкти представлені у вигляді дерева, нижня – відображення стану виділеного об'єкту (рис. 11). Об'єкти можуть бути відсортовані за категоріями або за ієрархією.

Стан об'єкта представлений у вигляді списку. Значення, що відображаються у списку, є двох видів: достовірні та поточні. Які саме показувати – виставляється за допомогою випадаючого списку, що знаходиться над списком значень.

**Поточні значення** містять **Поточний стан**, а також дату встановлення цього стану. **Достовірні значення** – останній достовірний стан по виділеному об'єкті.

**Журнал подій.** Події в журналі є квитовані та неквитовані. *Квитовані* – це події, які підтверджені користувачем, а *неквитовані* – навпаки.

Крім цього розрізняють аварійний та оперативний журнал. В аварійний журнал вносяться події, які викликані самовільною зміною стану контрольованого об'єкта. До оперативного належать всі події, які безпосередньо пов'язані з діями диспетчера: запит стану, телекерування, запуск програмного забезпечення, втрата каналу зв'язку. Крім вказаних типів існують технологічні події. Дані події містять відомості про циклічні операції, що виконує система незалежно від диспетчера: циклічне опитування стану підстанції, відновлення каналу зв'язку. Журнал подій про аварійні повідомлення відображений у статусному вікні. Для виклику загального журналу треба навести на поле журналу статусного вікна та подвійно натиснути ліву клавішу миші або за допомогою кнопок  (*журнал аварійних повідомлень*) та  (*журнал аварійних*

та оперативних повідомлень). Після цього на екрані з'явиться діалог (рис. 12).

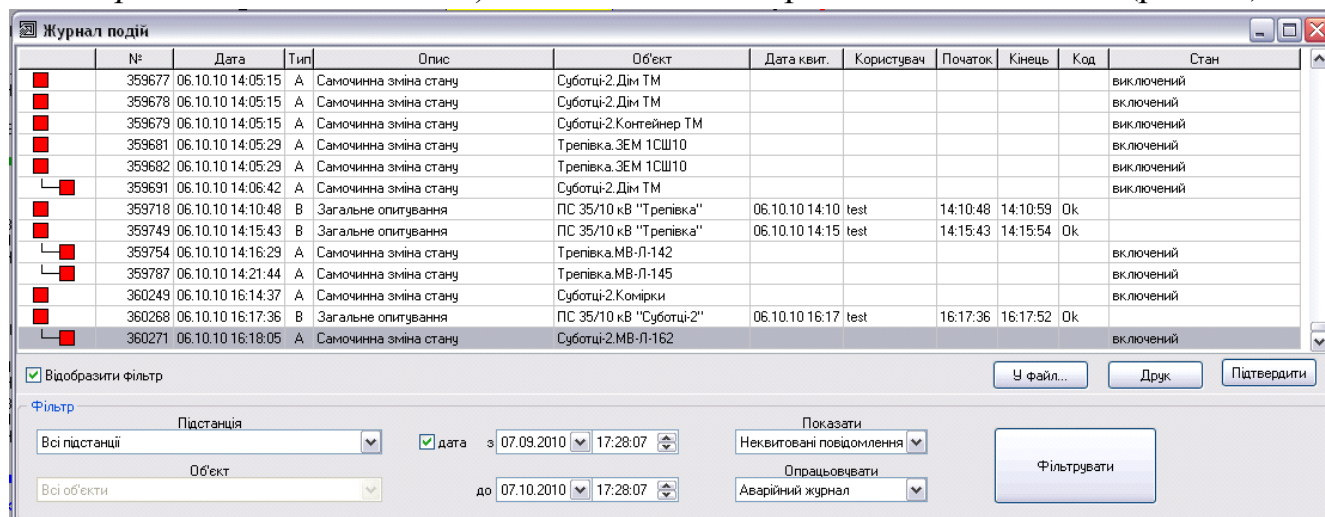


Рисунок 12. Вікно Журналу подій

У журналі є наступні команди:

**Друк** – вивести журнал на принтер.

**Підтвердити** – підтвердити аварійну подію.

**У файл** – записати дані журналу у файл.

**Фільтрувати** – використати встановлені параметри фільтру.

**Фільтрування подій у журналі.** Робота з фільтром стане можливою після встановлення мітки **Відобразити фільтр**. Після цього внизу діалогу з'явиться додаткове поле з параметрами.

Параметри фільтру дають наступні можливості:

- встановити діапазон часу, за який виводити дані журналу;
- вибрати тип подій, які включити у вибірку;
- вибрати об'єкт, по якому відслідковувати події в журналі.

Щоб встановити діапазон часу, за який виводити журнал, треба ввести дату та час у відповідні поля, які знаходяться внизу діалогу. Там же встановлюється підстанція та об'єкт, з яких необхідно вибрати дані. Тип подій вибирається за допомогою встановлення міток.

Для використання нових параметрів фільтра, треба натиснути кнопку **Фільтрувати**.

**Квитування групи позаштатних ситуацій.** Крім квитування окремо по кожній позаштатній ситуації, можна квитувати всі позаштатні ситуації по певному об'єкті. Для цього треба натиснути праву клавішу миші у журналі в статусному вікні. У меню, що з'явиться, вибрати команду "Квитувати всі позаштатки для даного об'єкту". У діалозі відображаються дані про кількість позаштатних ситуацій, а також час, за який вони приходили (рис. 13).

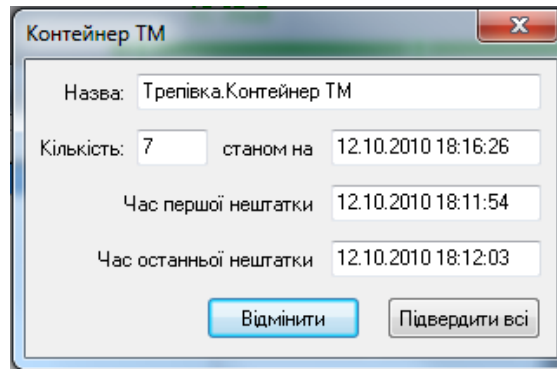


Рисунок 13. Вікно фіксації позаштатних подій

**Автоматичне квітування.** Крім ручного підтвердження кожної позаштатної ситуації, доступне автоматичне квітування. Для цього треба натиснути праву клавішу миші у журналі в статусному вікні. У меню, що з'явиться, вибрати команду **Автоматичне квітування**. В діалозі справа вказати час, за який проводити автоматичне квітування (рис. 14).

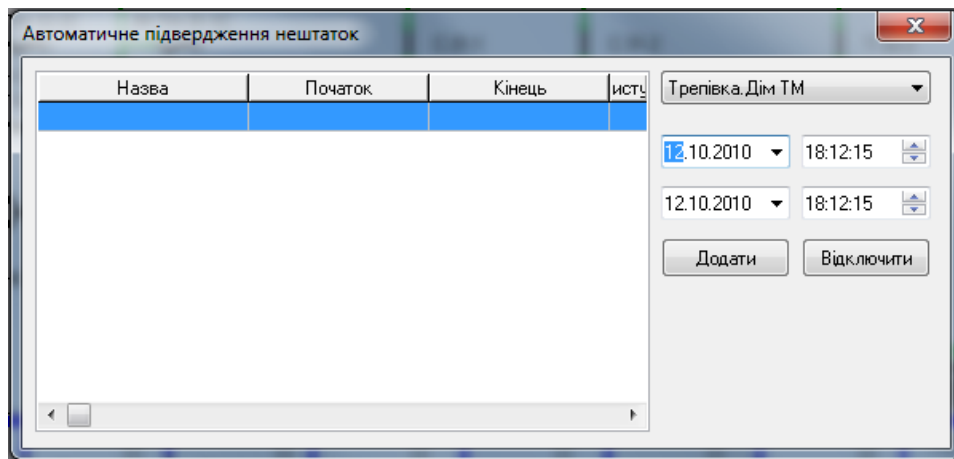



Рисунок 14. Вікно автоматичного підтвердження позаштатних подій

При виконанні команди **Додати**, у список діючих правил автоматичного квітування додається нове. Відповідно, команда **Відключити** встановлює неактивним виділене у списку правило.

**Графіки.** Для відображення даних по вибраному об'єкту у графічному вигляді треба викликати команду "Графік" з вікна команд, або за допомогою піктограми  з вікна головного меню (рис. 15).

У даному діалозі показаний графік з даними. Внизу вікна встановлюються наступні параметри:

**Фільтр** – встановлюється діапазон часу, за який проводити вибірку подій:

 – використати фільтр;  – вивести графік на друк;

**Границі** – встановлює максимальні та мінімальні границі по осі ОУ;

**Масштаб** – дозволяє збільшувати або зменшувати границі на графіку;

**Закрити** – закрити вікно графіка;

**>>** – відкрити додаткову панель (рис. 16).

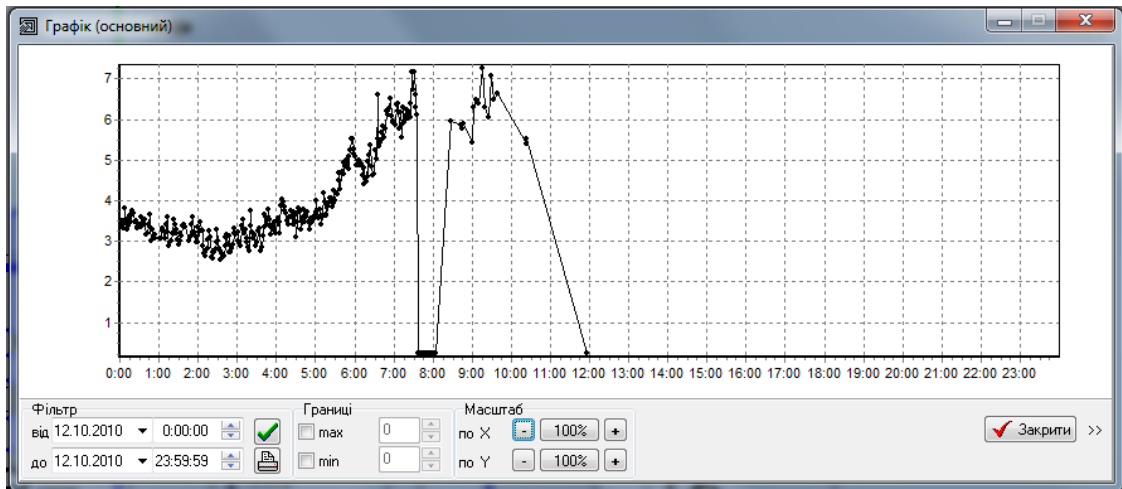


Рисунок 15. Вікно відображення даних у графічному вигляді

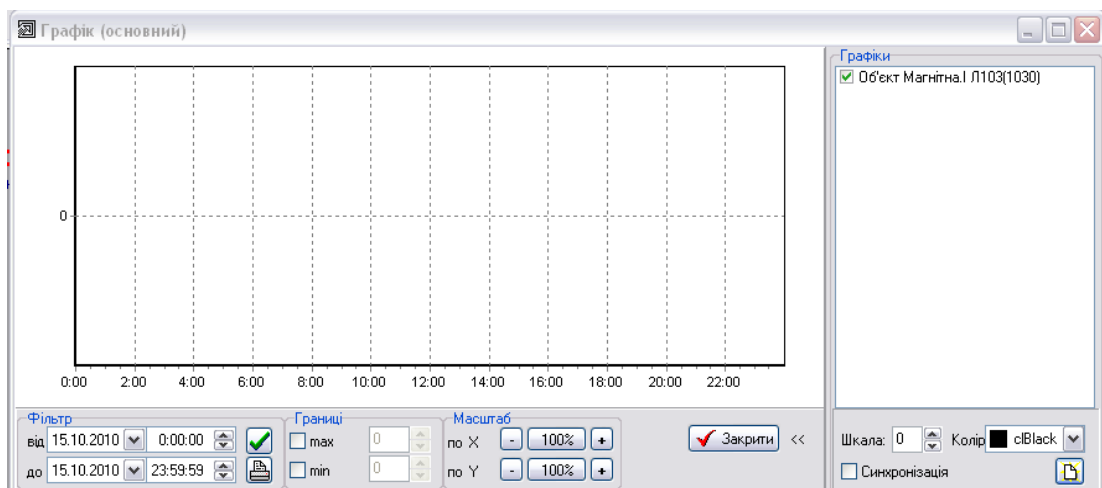


Рисунок 16. Додаткова панель побудови графіків

Додаткова панель містить перелік об'єктів, за якими здійснюється побудова графіку даних, а також команди:

**Синхронізація** – встановлює синхронізовані границі для всіх вікон графіка;

**Шкала** – зміщує вісь ОУ;

**Колір** – встановлює колір для графіка виділеного об'єкту;

 – створити нове вікно графіка.

Список об'єктів дозволяє включити або виключити відображення графіка за допомогою встановлення або зняття мітки, яка знаходиться зліва від тексту.



### 3 НАЛАШТУВАННЯ СЕРЕДОВИЩА

**Налаштування розміщення вікон.** Налаштування середовища здійснюється за допомогою команд, які знаходяться у меню **Вікна** (рис. 17).

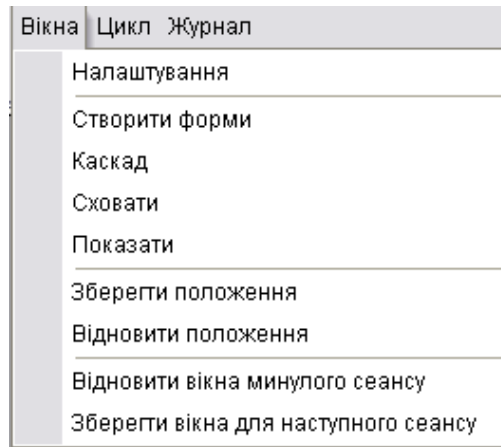


Рисунок 17. Панель меню Вікна

Дане меню містить команди:

**Створити форми** – створити заново всі вікна, згідно налаштувань;

**Налаштування** – викликати діалог налаштувань;

**Каскад** – розмістити вікна схем каскадом;

**Сховати** – згорнути всі вікна схем;

**Показати** – показати всі створені вікна схем;

**Зберегти положення** – зберегти поточне розміщення вікон для поточного сеансу;

**Відновити положення** – відновити розміщення вікон згідно поточного сеансу;

**Відновити вікно минулого сеансу** – відновити положення вікон згідно налаштувань, які збережені;

**Зберегти вікна для наступного сеансу** – зберегти поточне розміщення вікон для можливості відновлення у наступному сеансі роботи.

Діалог налаштувань дозволяє встановити наступні параметри (рис. 18):

- відновлювати запущені вікна при запуску програми;
- відновлювати позицію вікон при запуску програми;
- відображати додаткові вікна на панелі задач;
- масштабувати схеми;
- розгортати схеми на весь екран.

Дія вибирається через встановлення мітки зліва від тексту.

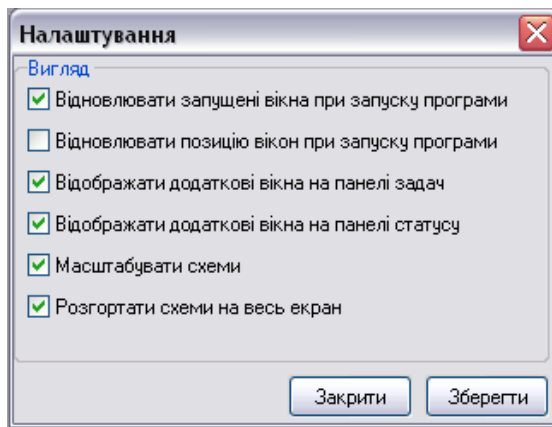


Рисунок 18. Діалогове вікно *Налаштування*

**Налаштування моделі.** У програмному комплексі використовуються графічна та реальна моделі. Графічна відповідає за відображення стану об'єктів реальної моделі у вікнах схеми. Реальна модель містить сам об'єкт, над яким здійснюється контроль. При запуску системи необхідно виставити відповідність між реальними та графічними об'єктами.

Для цього треба використати діалоги **Зв'язки** та **Об'єкти моделі**.

**Робота з діалогом Зв'язки.** Діалоги налаштувань викликаються через команду **Налаштування об'єктів**, яка знаходиться у меню **Форми** вікна команд. Вікно **Зв'язки** виводить на екран список з двох колонок, в яких зліва йде назва графічного об'єкту, а справа - шлях та назва реального об'єкту, який з ним зв'язаний (рис. 19).

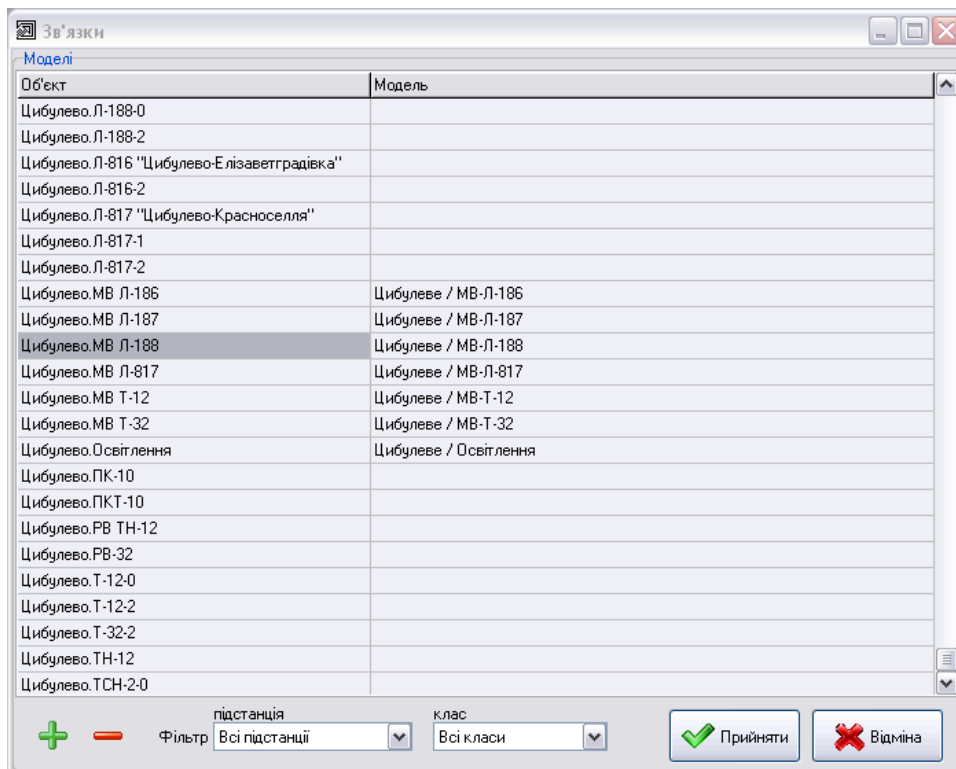




Рисунок 19. Діалогове вікно *Зв'язки*

Фільтр, що знаходиться внизу діалогу, дозволяє виконати вибірку згідно підстанції, до якої належать графічні об'єкти, а також за класом графічних об'єктів.

Кнопки виконують наступні команди:

 - викликати діалог “Об'єкти моделі” для створення нової зв'язки між виділеним графічним об'єктом та об'єктом реальної моделі.

 - стерти існуючий зв'язок між виділеним графічним об'єктом та відповідним реальним об'єктом.

 Прийняти - записати зміни в базі.

 Відміна - відмінити зміни в базі.

**Робота з діалогом Об'єкти моделі.** Після виклику діалогу **Об'єкти моделі** на моніторі з'явиться вікно, яке приведене на рис. 20.

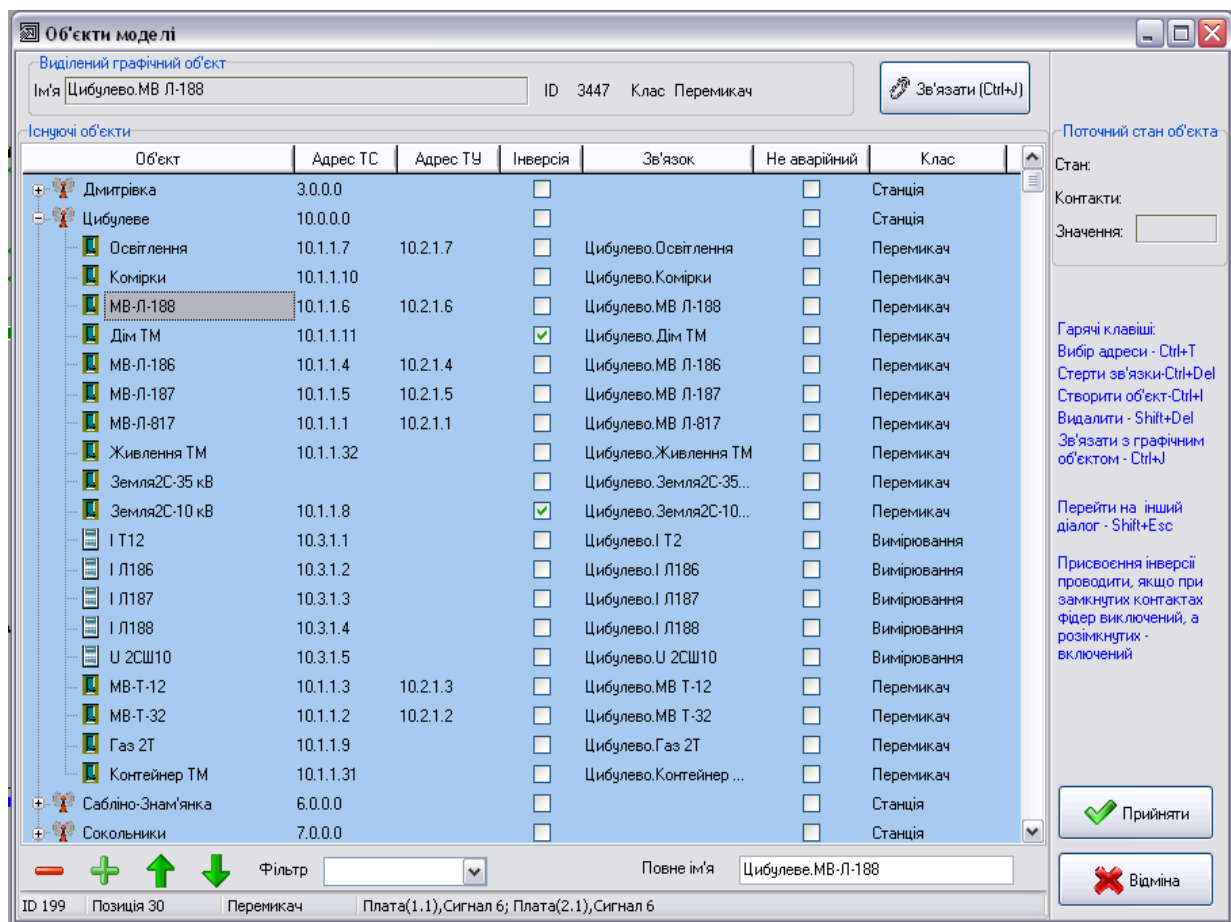


Рисунок 20. Діалогове вікно Об'єкти моделі

Вікно можна поділити на три частини:

**Виділений графічний об'єкт** (зверху) – тут вказані відомості про поточний виділений графічний об'єкт, до якого буде здійснюватися створення нового зв'язку в разі виклику команди **Зв'язати**.

Додаткова панель (справа) – містить дані про поточний стан реального об'єкту, що виділений у дереві об'єктів, додаткові відомості про гарячі клавіші.

Дерево реальних об'єктів – містить дерево об'єктів, статусну панель, а також панель з налаштуваннями.

**Виділений графічний об'єкт.** В даній панелі вказані ім'я графічного об'єкту, з яким будуть виконуватись команди, унікальний ідентифікатор та клас графічного об'єкту (рис. 21).

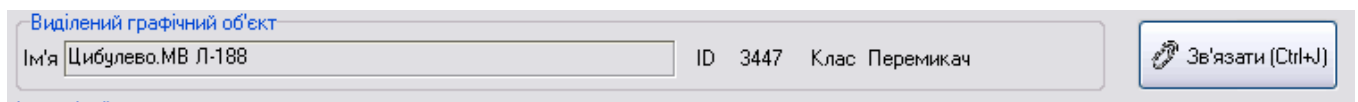


Рисунок 21. Панель діалогового вікна *Виділений графічний об'єкт*

Кнопка **Зв'язати** – викликає команду, що створює новий зв'язок між графічним та реальним об'єктом. Також її можна викликати по подвійному натисканні клавіші миші у дереві об'єктів або через гаряче сполучення клавіш.

**Додаткова панель.** Поточний стан об'єкта містить відомості про власне стан (*вкл/викл*), про стан контактів (відносно налаштування об'єкту), а також поточне значення показів телевимірювання (рис. 22).

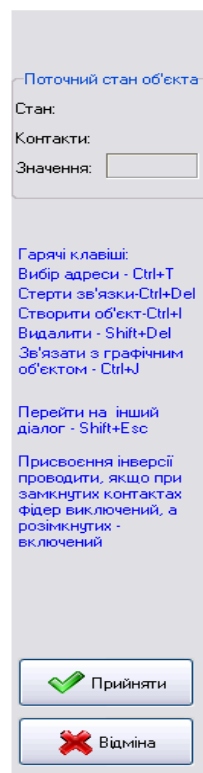


Рисунок 22. Панель поточного стану об'єкта

Нижче йде перелік гарячих клавіш та кнопки.

Кнопка  - викликає команду запису зміни в базі.

Кнопка  - викликає команду відміни змін у базі.

**Дерево реальних об'єктів.** Тут міститься перелік всіх реальних об'єктів представлених у вигляді дерева (рис. 23).

| Об'єкт           | Адрес ТС  | Адрес ТУ | Інверсія                            | Зв'язок                | Не аварійний             | Клас        |
|------------------|-----------|----------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------|
| Дмитрівка        | 3.0.0.0   |          | <input type="checkbox"/>            |                        | <input type="checkbox"/> | Станція     |
| Цибулеве         | 10.0.0.0  |          | <input type="checkbox"/>            |                        | <input type="checkbox"/> | Станція     |
| Освітлення       | 10.1.1.7  | 10.2.1.7 | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.Освітлення    | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| Комірки          | 10.1.1.10 |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.Комірки       | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| МВ-Л-188         | 10.1.1.6  | 10.2.1.6 | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.МВ Л-188      | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| Дім ТМ           | 10.1.1.11 |          | <input checked="" type="checkbox"/> | Цибулево.Дім ТМ        | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| МВ-Л-186         | 10.1.1.4  | 10.2.1.4 | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.МВ Л-186      | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| МВ-Л-187         | 10.1.1.5  | 10.2.1.5 | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.МВ Л-187      | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| МВ-Л-817         | 10.1.1.1  | 10.2.1.1 | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.МВ Л-817      | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| Живлення ТМ      | 10.1.1.32 |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.Живлення ТМ   | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| Земля2С-35 кВ    |           |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.Земля2С-35... | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| Земля2С-10 кВ    | 10.1.1.8  |          | <input checked="" type="checkbox"/> | Цибулево.Земля2С-10... | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| I Т12            | 10.3.1.1  |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.I Т2          | <input type="checkbox"/> | Вимірювання |
| I Л186           | 10.3.1.2  |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.I Л186        | <input type="checkbox"/> | Вимірювання |
| I Л187           | 10.3.1.3  |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.I Л187        | <input type="checkbox"/> | Вимірювання |
| I Л188           | 10.3.1.4  |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.I Л188        | <input type="checkbox"/> | Вимірювання |
| U 2СШ10          | 10.3.1.5  |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.U 2СШ10       | <input type="checkbox"/> | Вимірювання |
| МВ-Т-12          | 10.1.1.3  | 10.2.1.3 | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.МВ Т-12       | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| МВ-Т-32          | 10.1.1.2  | 10.2.1.2 | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.МВ Т-32       | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| Газ 2Т           | 10.1.1.9  |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.Газ 2Т        | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| Контейнер ТМ     | 10.1.1.31 |          | <input type="checkbox"/>            | Цибулево.Контейнер ... | <input type="checkbox"/> | Перемикач   |
| Сабліно-Знамянка | 6.0.0.0   |          | <input type="checkbox"/>            |                        | <input type="checkbox"/> | Станція     |
| Сокольники       | 7.0.0.0   |          | <input type="checkbox"/>            |                        | <input type="checkbox"/> | Станція     |

Рисунок 23. Вікно Дерева реальних об'єктів

По кожному об'єкту є відомості:

*Назва об'єкту* – коротке ім'я;

*Повне ім'я* – повне ім'я об'єкту (вказане у панелі налаштувань);

*ID* – унікальний ідентифікатор;

*Позиція* – стан об'єкта у цифровому вигляді;

*Адрес ТС* – містить адресу, за якою беруть дані з обладнання (повторюється у статусній панелі);

*Адрес ТУ* – містить адресу, за якою дають команди на телеуправління (повторюється у статусній панелі).

*Інверсія* – вказує, що треба визначати стан об'єкту, протилежний (обернений) відносно стану контактів.

*Зв'язок* – містить повний перелік всіх графічних об'єктів, які мають зв'язки з даним реальним об'єктом.

*Не аварійний* – зміни по даному реальному об'єкту не розглядати як аварійні.

*Клас* – вказаний клас реального об'єкту.

Для об'єктів класу **Телевиміри** додається ще одна панель (рис. 24):

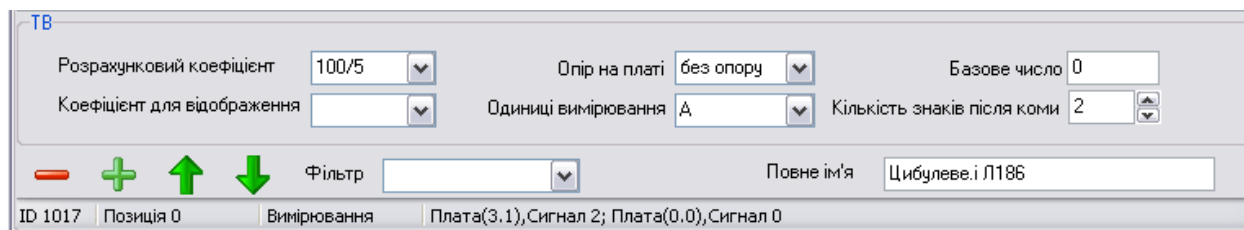


Рисунок 24. Вікно панелі Телевиміри

Вона містить параметри:

**Розрахунковий коефіцієнт** – розрахунковий коефіцієнт вимірювального трансформатора.

**Одиниці вимірювання** – встановлює одиниці вимірювання отриманих значень.

**Коефіцієнт для відображення** – встановлює коефіцієнт для відображення показів на екрані (кіло, мега,...).

**Опір на платі** – вказується як заведені покази від телевиміру на плату ТВ.

**Базове число** – число, яке віднімати від значення показів після врахування розрахункового коефіцієнту.

**Кількість знаків після коми** – скільки знаків після коми виводити на екран.

Кнопки внизу виконують наступні команди:



- видалити виділений реальний об'єкт з бази;



- створити новий реальний об'єкт;



- змістити виділений реальний об'єкт у вищий вузол;




- змістити виділений реальний об'єкт у нижчий вузол.

**Фільтр** – дозволяє робити вибірку згідно класу об'єкта.

**Робота зі зв'язками.** Для створення нового зв'язку треба виділити об'єкт графічної моделі, який необхідно зв'язати, та викликати діалог **Об'єкти моделі**. Зверху вікна будуть відомості про графічний об'єкт, де вказані ім'я, унікальний ідентифікатор та клас. Після цього необхідно вибрати об'єкт реальної моделі у дереві об'єктів та викликати команду **Зв'язати**. Ця команда створює новий зв'язок між графічним об'єктом, який вказаний зверху та виділеним реальним об'єктом. Рекомендується створювати зв'язки між об'єктами однакового класу.

Для знищення існуючого зв'язку з діалогу **Об'єкти моделі** треба вибрати

об'єкт, з якого необхідно зняти зв'язки та викликати контекстне меню. З нього вибираємо команду **Стерти зв'язки**.

Для знищення існуючого зв'язку з діалогу **Зв'язки** треба вибрати графічний об'єкт, з якого необхідно зняти зв'язки та натиснути кнопку .

**Робота з реальними об'єктами.** Реальні об'єкти можна створювати, видаляти та налаштовувати на обладнання.


Для створення реального об'єкта потрібно виділити підстанцію, до якої буде належати новий об'єкт та викликати команду **Створити об'єкт**. У дереві з'явиться нова гілка з іменем, що співпадає з виділеним графічним об'єктом, який вказаний зверху діалогу. Новий об'єкт одразу створюється зв'язаним з даним графічним об'єктом, а також одного з ним класу.

Для видалення вже існуючого реального об'єкту треба виділити об'єкт в дереві та викликати контекстне меню за допомогою правої клавіші миші. З меню викликаємо команду **Видалити**. При можливості видалення даного об'єкту з бази, реальний об'єкт буде знищено.

Налаштування обладнання включає в себе виставлення адреси, по якій здійснюється обмін інформацією з обладнанням, параметри аналізу показів. Для телевимірів додатково встановлюються коефіцієнти на вимірювальні величини.

**Налаштування адрес.** Для кожного реального об'єкта можна виставити адреси для телеуправління та телесигналізації (телевимірювання). Дані адреси складаються з чотирьох чисел через крапку. Значення чисел наступні (зліва направо):

- номер КЗД (підстанція);
- тип плати (телесигналізація, телеуправління, телевимірювання);
- номер плати;
- номер сигналу.

Адреса обладнання виставляється одразу в дереві (рис.25). Це можна виконати введенням адреси вручну або через виклик діалогу обладнання (кнопка .

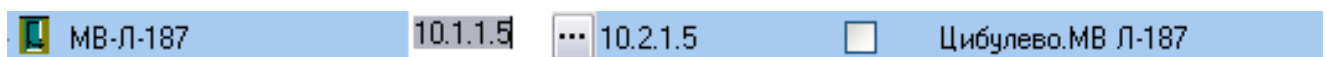


Рисунок 25. Вікно панелі налаштування адреси


Даний діалог містить поточне налаштування обладнання, що представлено у вигляді дерева, в якому вузловим елементом є підстанція, а його гілки – плати (рис. 26).



Рисунок 26. Вікно панелі налаштування обладнання

У контекстному меню дерева є наступні команди:

*Добавити кореневий* – додати вузловий елемент (підстанцію);

*Добавити об'єкт*  – додати плату до виділеної підстанції;


*Видалити об'єкт*  – видалити виділений елемент дерева;


*Прийняти* – вставити адрес виділеного елемента у настройки реального об'єкту.

Частково дані команди дублюються внизу діалогу.

Для редагування значення в дереві необхідно виділити необхідну комірку в дереві та натиснути клавішу **Enter**, після цього стає можливим внесення змін.

У вікні Обладнання також присутні кнопки:

 Так - викликає команду **Прийняти**.

 Відміна - закриває діалог без внесення даних в реальний об'єкт.

Значення сигналу в адресі виставляється за замовчуванням рівним нулю.



#### 4 Порядок виконання роботи

1. Вивчити та проаналізувати теоретичні відомості про програмний комплекс АСДК «Енергія».

2. Ввімкнути комп'ютер, завантажити програмний комплекс АСДК «Енергія» моделі-тренажера «Стріла».

3. Підключити для дослідження схему модельованої підстанції (табл. 1).

4. Виконати зміну стану поточних параметрів режиму схеми згідно варіантів вихідних даних (табл. 1).

Таблиця 1 - Варіанти вихідних даних

| <i>№ вар.</i> | <i>Об'єкт</i>                                     | <i>Виконати налаштування</i>   |
|---------------|---|--|
| 1             | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Жабиня»<br/>(програмно)</b>   | 1. Фідер Ф-26 – ввімкнено.<br>2. Вимикач ВВ-10 Т1- ввімкнено.<br>3. Шина 1 СШ-10 кВ – напруга 9,8 кВ.<br>4. Блок телесигналізації:<br>Освітлення – вимкнено.   |
| 2             | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Млинівці»<br/>(апаратно)</b>  | 1. Ввімкнути фідери Ф-61 і Ф-63 з імітатора підстанції (несанкціоноване втручання).<br>2. Зафіксувати усі покази лічильника «Енергія-9» з робочого місця диспетчера.<br>4. Вимкнути фідери Ф-61 і Ф-63 з робочого місця диспетчера.  |
| 3             | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Залізці»<br/>(програмно)</b>  | 1. Фідери Ф-15 і Ф-17– ввімкнено.<br>2. Вимикач ВВ-10 Т1- ввімкнено.<br>3. Шина 1 СШ-10 кВ – напруга 9,75 кВ.<br>4. Блок телесигналізації:<br>Комірки – вимкнено, Несправність – вимкнено  |
| 4             | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Млинівці»<br/>(програмно)</b> | 1. Фідери Ф-61 і Ф-63– ввімкнено.<br>2. Вимикач МВ-35 Т-1- ввімкнено.<br>3. Шина 1 СШ-10 кВ – напруга 9,83 кВ.<br>4. Струми на фідерах Ф-61 і Ф-63: 28,6 і 31,2 А<br>5. Блок телесигналізації:<br>Блокування ТК – вимкнено   |
| 5             | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Мшанець»<br/>(програмно)</b>  | 1. Фідери Ф-31 і Ф-32– ввімкнено.<br>2. Вимикач МВ-35 Т-1 ВВ-10 Т-1 - ввімкнено.<br>3. Шина 1 СШ-10 кВ – напруга 9,87 кВ.<br>4. Струм на фідерах Ф-31 і Ф-32: 32,4 і 34,8 А<br>5. Визначити і зафіксувати струм на ВВ-10.<br>6. Блок телесигналізації:<br>Аварія – вимкнено, Дім ТМ – вимкнено |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 6  | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Млинівці»<br/>(апаратно)</b>    | 1. Ввімкнути фідер Ф-62 з імітатора підстанції (несанкціоноване втручання).<br>2. Ввімкнути вимикач ВВ-10 Т-1 і фідер Ф-64 з робочого місця диспетчера.<br>2. Зафіксувати усі покази лічильника «Енергія-9» з робочого місця диспетчера.<br>4. Вимкнути фідери Ф-62, Ф-64 і вимикач ВВ-10 Т-1 з робочого місця диспетчера.               |
| 7  | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Нестерівці»<br/>(програмно)</b> | 1. Фідери Ф-37, Ф-38 і Ф-39 – ввімкнено.<br>2. Вимикач МВ-35 Т-1 ВВ-10 Т-1 - ввімкнено.<br>3. Шина 1 СШ-10 кВ – напруга 9,81 кВ.<br>4. Струм на фідерах Ф-37, Ф-38 і Ф-32: 42,1, 39,5 і 38,4 А<br>5. Визначити і зафіксувати струм на ВВ-10.<br>6. Блок телесигналізації:<br>Комірки – вимкнено, Аварія – вимкнено                       |
| 8  | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Зборів»<br/>(апаратно)</b>      | 1. Ввімкнути фідери Ф-11 і Ф-16 з імітатора підстанції (несанкціоноване втручання).<br>2. Ввімкнути вимикачі ВВ-10 Т-1, МВ-10 Т-2 і фідер Ф-18 з робочого місця диспетчера.<br>2. Зафіксувати усі покази лічильника «Енергія-9» з робочого місця диспетчера.<br>4. Вимкнути усі ввімкнені фідери і вимикачі з робочого місця диспетчера. |
| 9  | <b>ПС 110 кВ<br/>«Озерна»<br/>(програмно)</b>       | 1. Фідери Ф-40, Ф-42 і Ф-43 – ввімкнено.<br>2. Вимикач МВ-10 Т-1 - ввімкнено.<br>3. Шина 1 СШ-10 кВ – напруга 9,92 кВ.<br>4. Струм на фідерах Ф-40, Ф-42 і Ф-43: 31,7, 34,5 і 32,1 А<br>5. Визначити і зафіксувати струм на МВ-10.<br>6. Блок телесигналізації:<br>Наявність 220 – вимкнено.   |
| 10 | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Оліїв»<br/>(програмно)</b>      | 1. Фідери Ф-2, Ф-3 і Ф-5 – ввімкнено.<br>2. Вимикач ВВ-10 Т-1 - ввімкнено.<br>3. Шина 1 СШ-10 кВ – напруга 9,92 кВ.<br>4. Струм на фідерах Ф-2, Ф-3 і Ф-5: 28,5, 31,4 і 33,7 А<br>5. Визначити і зафіксувати струм на ВВ-10.<br>6. Блок телесигналізації:<br>Освітлення – ввімкнено, Аварія - вимкнено                                   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Зборів»<br/>(апаратно)</b>        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ввімкнути фідер Ф-14 і вимикач МВ-10 Т-2 з імітатора підстанції (несанкціоноване втручання).</li> <li>2. Ввімкнути вимикач ВВ-10 Т-1 і фідери Ф-16 та Ф-11 з робочого місця диспетчера.</li> <li>2. Зафіксувати усі покази лічильника «Елвін» з робочого місця диспетчера.</li> <li>4. Вимкнути усі ввімкнені фідери і вимикачі з робочого місця диспетчера.</li> </ol> |
| 12 | <b>ПС 110 кВ<br/>«Залізці»<br/>(програмно)</b>        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фідери Ф-71, Ф-72 і Ф-73 – ввімкнено.</li> <li>2. Вимикач МВ-10 Т-1 - ввімкнено.</li> <li>3. Шина 1 СШ-10 кВ – напруга 9,89 кВ.</li> <li>4. Струм на фідерах Ф-71, Ф-72 і Ф-73: 34,7, 36,3 і 33,8 А</li> <li>5. Визначити і зафіксувати струм на МВ-10.</li> <li>6. Блок телесигналізації:<br/>Освітлення – вимкнено, Дім ТМ – вимкнено.</li> </ol>                     |
| 13 | <b>ПС 110 кВ<br/>«Озерна»<br/>(апаратно)</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ввімкнути вимикач МВ-10 Т-1 і фідери Ф-40 та Ф-41 з імітатора підстанції (несанкціоноване втручання).</li> <li>2. Ввімкнути фідери Ф-42 і Ф-43 з робочого місця диспетчера</li> <li>3. Вимкнути усі ввімкнені фідери і вимикачі з робочого місця диспетчера.</li> </ol>   |
| 14 | <b>ПС 35/10 кВ<br/>«Перепельники»<br/>(програмно)</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фідери Ф-51, Ф-52 Ф-54 і Ф-55 – ввімкнено.</li> <li>2. Вимикач ВВ-10 Т-1 - ввімкнено.</li> <li>3. Шина 1 СШ-10 кВ – напруга 9,75 кВ.</li> <li>4. Струм на фідерах Ф-51, Ф-52 Ф-54 і Ф-55: 32,4, 33,3, 35,1 і 33,8 А</li> <li>5. Визначити і зафіксувати струм на ВВ-10.</li> <li>6. Блок телесигналізації:<br/>Освітлення – ввімкнено, Дім ТМ – вимкнено</li> </ol>     |
| 15 | <b>ПС 110 кВ<br/>«Озерна»<br/>(апаратно)</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ввімкнути фідери Ф-42 і Ф-43 з імітатора підстанції (несанкціоноване втручання).</li> <li>2. Ввімкнути вимикач МВ-10 Т-1 і фідери Ф-40 та Ф-41 з робочого місця диспетчера</li> <li>3. Вимкнути усі ввімкнені фідери і вимикачі з робочого місця диспетчера.</li> </ol>   |

## 5 Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Схема досліджуваної підстанції до виконання налаштувань.
3. Послідовність операцій при виконанні налаштувань поточних параметрів режиму схеми.
4. . Схема досліджуваної підстанції після виконання налаштувань.

## 6 Контрольні питання

1. Яку роль виконують комплекси АСДК в системах управління електропостачанням?
2. Охарактеризуйте основні можливості комплексу телемеханіки «Енергія».
3. Для чого призначений комплекс телемеханіки «Енергія»?
4. Основні складові програмно-апаратного АСДК «Енергія»?
5. В чому полягає суть первинної обробки в АСДК «Енергія»?
6. В чому полягає суть вторинної обробки в АСДК «Енергія»?
7. Як здійснюється спілкування диспетчера з системою АСДК та перегляд отриманої інформації?
8. Які головні елементи можна виділити в програмному комплексі «Енергія»?
9. Які основні стани прийняті для позначення стану фідерів та обладнання в програмному комплексі «Енергія»?
10. Як відбувається запит стану об'єктів і які він має команди?
11. Як здійснюється повідомлення про аварійну сигналізацію в програмному комплексі «Енергія»?
12. Що собою представляє Дерево об'єктів в програмному комплексі «Енергія»?
13. Для чого служить Журнал подій в програмному комплексі «Енергія» і як виконують фільтрування в його середовищі?
14. Що собою представляє квітування і коли його застосовують?
15. З якою метою використовуються Графіки в програмному комплексі «Енергія» і які вони мають основні параметри?
16. Як здійснюється налаштування розміщення вікон в програмному комплексі «Енергія»?
17. Які моделі використовуються в програмному комплексі «Енергія»?
18. Як здійснюється налаштування Зв'язків в програмному комплексі «Енергія»?

19. Як здійснюється налаштування Об'єктів моделі в програмному комплексі «Енергія»?
20. Що собою представляє Дерево реальних об'єктів і які відомості воно містить?
21. Що собою представляє об'єкт Телевиміри і які він має параметри?
22. Як виконується робота зі зв'язками в програмному комплексі «Енергія»?
23. Як виконується робота з реальними об'єктами в програмному комплексі «Енергія»?
24. Як здійснюється налаштування адрес обладнання в програмному комплексі «Енергія»?

## Лабораторна робота №3

**Тема роботи:** Освоєння основних функцій графічного редактора **КомпГрафік**

**Мета роботи:** Вивчити можливості комплексу АСДК «Енергія» для створення та редагування схем енергетичних об'єктів

### 1 Теоретична частина

Графічний редактор комплексу АСДУ дозволяє створювати нові схеми енергетичних об'єктів та коригувати наявні схеми підстанцій.

Редактор схем використовується для розробки графічних схем об'єктів (енергосистем, підстанцій, цехів тощо), для створення паспортів обладнання (трансформатори, вимикачі, лінії зв'язку тощо), для прив'язування елементів схем до бази даних (вимірювання, сигнали ) та до паспортів.

Програма **КомпГрафік** призначена для створення і налаштування районних та обласних схем і карт. Даний програмний продукт використовується в комплексі АСДК «Енергія», який поставляється разом з обладнанням.

Особливістю програми є можливість запису векторної графіки у базу даних на основі сервера бази даних *FireBird*. Редактор дозволяє створювати власну бібліотеку графічних об'єктів, а також попередньо налаштовувати їх. При зміні схем підстанцій, потрібно проводити налаштування реальної моделі згідно обладнання.

В програмному комплексі використовуються три групи об'єктів:

*графічні* – об'єкти, які відображають стан обладнання;

*реальні* – об'єкти, які містять всю інформацію про поточний стан обладнання;

*плати* – нижній рівень, який відповідає за безпосередній обмін даними з обладнанням.

Даний редактор надає можливість створювати графічні та реальні об'єкти, а також налаштовувати зв'язки між двома і більше графічними об'єктами, між графічними об'єктами та реальними, між реальними об'єктами та платами (нижнім рівнем).

Графічний об'єкт дозволяє відобразити стан з'єданого з ним реального об'єкта, а також відображати значення у вигляді тексту.

Загальний принцип побудови схеми наступний. У базі записані бібліотечні об'єкти та блоки. При створенні нової схеми користувач вставляє посилання на бібліотечний елемент, а під час завантаження схеми, спочатку завантажується бібліотека, а потім, згідно посилання, створюються відповідні об'єкти. Тому зміна елементів бібліотеки викликає зміну всіх схем бази.

## 2 Послідовність роботи з графічним редактором

**Початок роботи.** При запуску графічного редактора на моніторі з'явиться вікно, яке приведено на рис. 1.

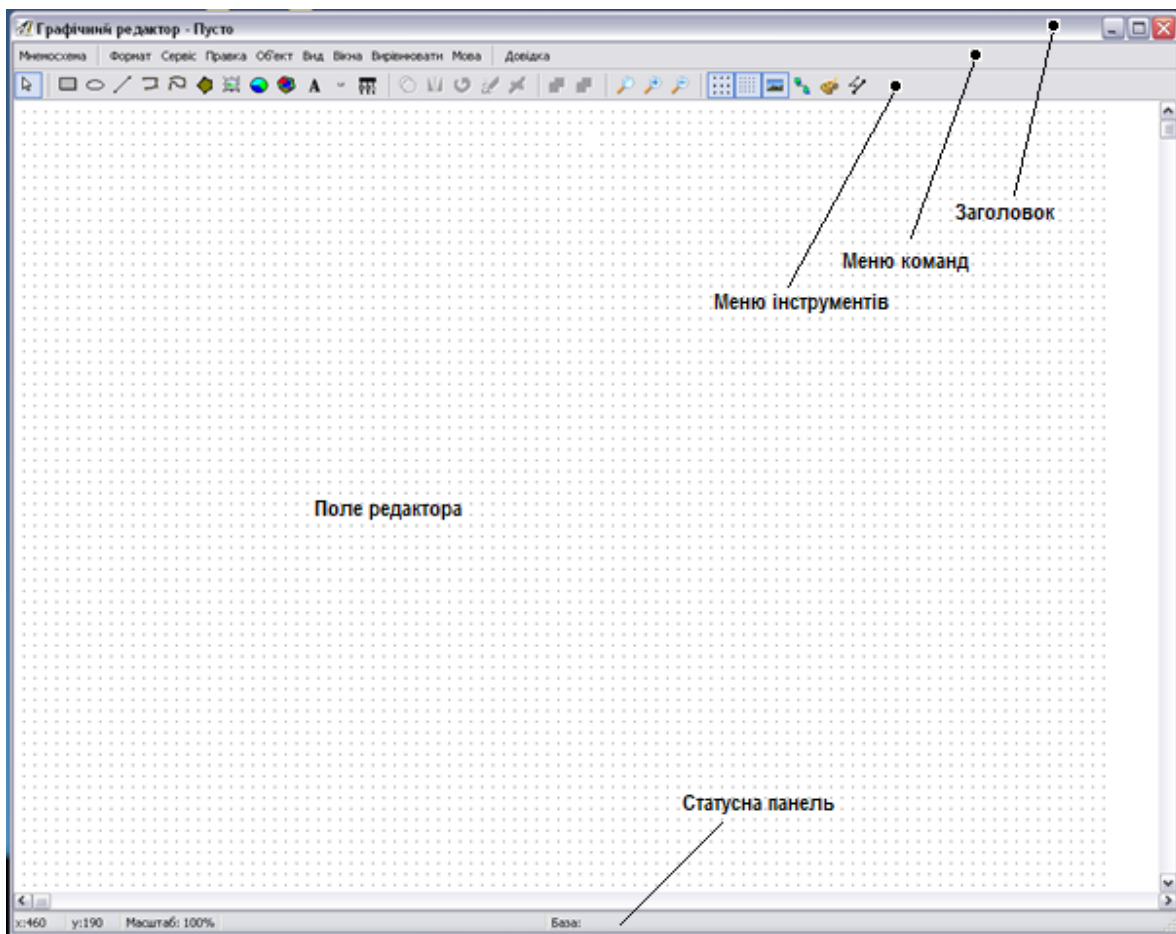





Рисунок 1. Робоче поле графічного редактора КомпГрафік

Воно складається з таких елементів (рис. 1):

- **Заголовок.** В ньому зліва вказані назва програми та схеми, яка редагується, а справа - знаходяться три кнопки :  (Згорнути),  (На весь екран) та  (Закрити програму);

- **Меню команд.** За допомогою даного меню виконуються основні операції, їх описано нижче;

- **Меню інструментів.** Частково дублює **Меню команд**, але додатково містить переходи в різні режими роботи редактора (докладніше описано нижче);

- саме **Поле редактора** (лист). На листі виводяться всі графічні елементи схеми;

- **Статусна панель.** Дана панель розбита на п'ять секцій: координата по осі X, координати по осі Y, поточний масштаб зображення, статус створення, назва бази, яка підключена.

**Підключення бази даних.** Після запуску програми потрібно провести підключення до бази даних, в якій містяться схеми. Для цього використовуємо команду **Відкрити базу** (📁) з **Меню команд**. Після запуску команди викликається діалогове вікно, яке приведене на рис. 2.

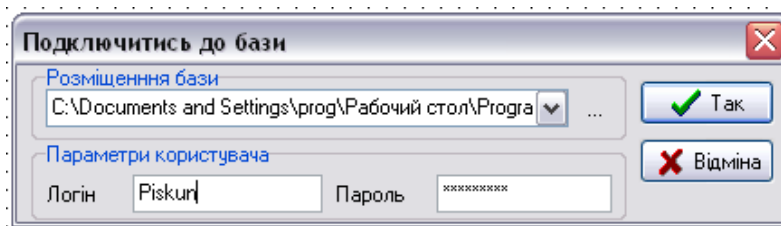


Рисунок 2. Діалогове вікно підключення до бази даних

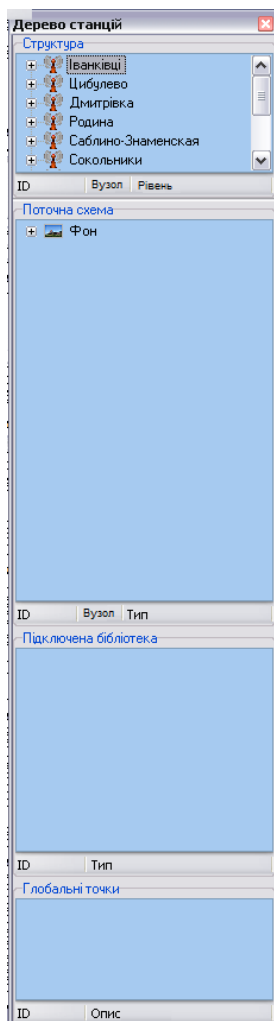
У вікні знаходяться три поля.

*Розміщення бази* – тут вказується шлях (можна по мережі) до файлу бази даних, яку необхідно підключити.

*Логін* – вводиться ім'я користувача який має права на внесення змін в схеми.



*Пароль* – індивідуальний пароль для ідентифікації користувача бази даних.

Після внесення даних натискається кнопка **Так** і програма проводить підключення до бази.



**Завантаження схеми.** Після підключення бази даних на екрані відображається вікно **Дерево станцій**.

Дане вікно розділене на чотири блоки:

1. **Структура**. У даному блоці показано всі схеми 🏠, які присутні у підключеній базі даних у вигляді дерева. При розгортанні елемента дерева  у гілці записаної схеми є елемент **Схема**. Для завантаження на робочий лист достатньо подвійного натискання миші на гілці **Схема** або викликати контекстне меню (права кнопка миші) та вибрати команду **Відкрити схему** 🖱️. Завантажена схема змінить своє зображення на .

2. **Поточна схема**. Даний блок показує всі графічні елементи, які присутні у відкритій схемі, у вигляді дерево-видної структури. Корневими елементами є *графічні об'єкти* 🖥️ та *фон* 🖼️, нижче йдуть *блоки* 🏠 та *фоновий блок* 🖱️. Вони вже містять звичайні примітиви (*точки* 📍, *лінії* 📏 і ін.). Крім цього, до вже з'єднаних графічних об'єктів додається індикація у вигляді *зображення* 🖱️.



У даному дереві є можливість включити або виключити відображення звичайних примітивів у дереві. Для цього достатньо викликати команду **Детально** з контекстного меню. Для спрощення роботи з графічними елементами у даному дереві можна проводити виділення графічних елементів на схемі за допомогою подвійного кліка мишкою по необхідному елементу у дереві. Після цього даний елемент стане виділеним на схемі.

3. **Підключена бібліотека.** Даний блок показує завантажені у схему бібліотечні елементи у вигляді дерева, в якому є три кореневих елементи: *об'єкти, блоки, групи*. В цих кореневих елементах відповідно містяться: *графічні об'єкти, блоки та групи*.

4. **Глобальні точки.** Даний блок дозволяє працювати з глобальними точками (кореневий елемент **Глобальні точки**), а також показує всі точки, що присутні на схемі (кореневий елемент **Точки**).


Для всіх елементів, які зображені у деревах, можна проводити зміну імені одразу в самому дереві, а також можна проводити видалення елемента через виклик команди **Видалити** з контекстного меню.

У статусній панелі відображається **ID** (*ідентифікатор*) для виділеного елемента. Дане значення є унікальним номером, який присвоюється при записі у базу.

**Створення схеми.** Після завантаження схеми на робочому листі відобразяться наявні у ній елементи. Для подальшої роботи над схемою рекомендується викликати вікно **Властивості** за допомогою подвійного натискання кнопки миші на листі або через команду меню **Вікна** ⇒ **Властивості** (рис. 3).

У схемі розрізняють три типи графічних елементів:

**Примітиви** – це найпростіші елементи, до яких відносяться *лінія, коло, точка* та інші. Вони створюються одразу за допомогою мишки.

**Блоки** – ці елементи складаються одразу з декількох примітивів, тому для редагування примітива у складі блоку потрібно заходити у додатковий режим за допомогою команди **Редагування блоку** ().

**Об'єкти** – даний елемент є власне графічним об'єктом, який буде працювати з об'єктом реальної моделі. У склад об'єкту входять *блоки*. При цьому кожному блоку присвоюється певне число (номер біта). У вікні **Властивості** можна задати які саме блоки прорисовувати на даний час.

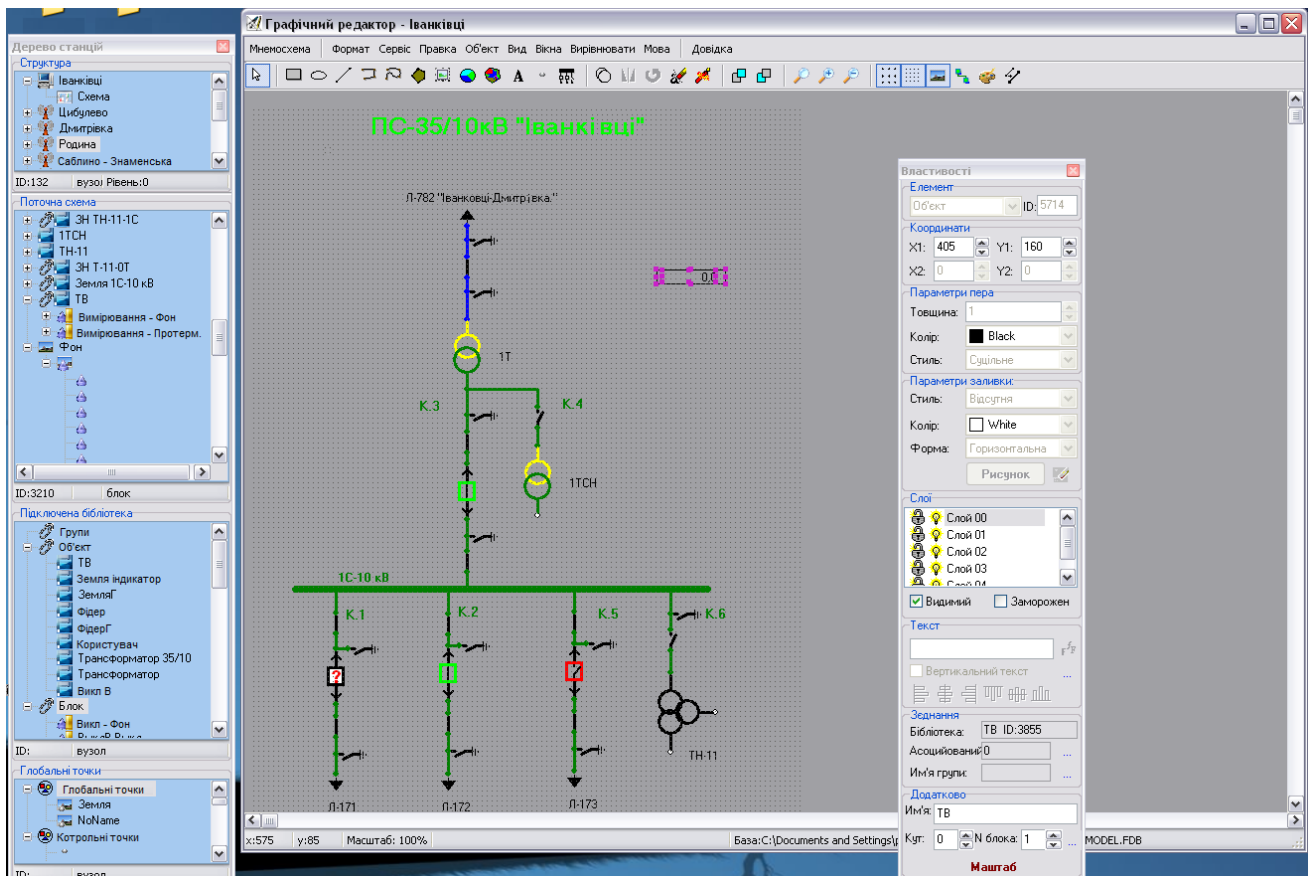






Рисунок 3. *Диалогове вікно створення схеми*


**Створення примітивів.** Для створення примітивів можна використати команди з меню **Об'єкт** або скористатися **Панеллю інструментів**. Доступні наступні елементи:


 (*Прямокутник*) - створення прямокутників. Для цього у довільному місці робочої області, утримуючи затиснутою ліву клавішу миші, перемістити курсор миші в сторону. При відпусканні кнопки миші на листі фіксується прямокутник, в якого ліва верхня вершина буде знаходитися у координаті натискання кнопки миші, а нижня права – у координаті її відпускання. Для виходу з режиму рисунка прямокутників та квадратів потрібно натиснути праву клавішу миші на вільному місці робочої області (викликається контекстне меню) та викликати команду **Завершити** або просто вибрати об'єкт **Селекція** на панелі інструментів.



 (*Еліпс*) - створення довільних еліпсів та кіл. Даний елемент створюється так само як і прямокутник, тільки замість прямокутника на листі будуть промальовуватись кола.


 (*Лінія*) - дозволяє створювати довільну лінію. Порядок створення аналогічний як і для еліпса.


 (*Полілінія*) - створення неперервної лінії за вказаними точками. Кожне натискання лівої клавіші миші вказує координату наступної точки. Для завершення створення одної полілінії потрібно викликати контекстне меню (права клавіша миші) та викликати команду **Завершити** або просто вибрати об'єкт **Селекція** на панелі інструментів.


 (*Сплайн*) - режим створення ламаної лінії. Процедура створення та ж сама, що і для полілінії, але для побудови однієї секції потрібно вказати три точки, які визначають окрім кінцевої координати секції і характер вигину лінії.


 (*Полігон*) - даний режим дозволяє створювати багатокутник за заданими точками. Порядок створення аналогічний до полілінії, але точки вже об'єднуються в замкнуту фігуру із наперед вказаною у властивостях заливкою.


 (*Картинка*)- режим створення прямокутних полів для вставки картинок. Вибравши режим *Картинка*, спершу потрібно створити поле для картини, яку необхідно вставити. Утримуючи затиснутою ліву клавішу миші, перемістити курсор миші в сторону, створюючи по суті прямокутник із заливкою. Наступним кроком буде безпосередньо вставка картини - двічі клацнути лівою клавішою миші по створеному полі, після чого відкриється вікно **Властивості**. У цьому вікні натискаємо на кнопку **Рисунок**. Це запустить діалог, в якому потрібно вказати свій рисунок і натиснути **Відкрити**. Щоб видалити рисунок, потрібно виділити об'єкт *Картинка* і натиснути кнопку видалити його () , що знаходиться у вікні **Властивості**.


 (*Картинка в колі*) - режим створення еліптичних або круглих полів для вставки картинок. Принцип створення полів та вставки картинок аналогічний до режиму *Картинка*. Відмінність в тому, що картинка буде в круглій або овальній оправі.

 (*Фігура*) - режим створення багатокутних полів для вставки картинок. Принцип створення полів аналогічний до режиму *Полігон*, а безпосередньо сама картинка вставляється подібно до двох попередніх режимів *Картинка* та *Картинка в колі*.

 (*Текст однорядковий*) - режим створення поля для тексту. Вибравши даний режим, на початку створюємо прямокутник, відносно якого буде орієнтуватись текст. Після відпускання лівої клавіші миші у внутрішньому полі прямокутника з'являється напис, який можна редагувати за допомогою вікна **Властивості**.

 (*Точка з'єднання*) - режим вставки контрольної точки, за допомогою якої можна побудувати реальну модель. Контрольна точка ставиться в місцях з'єднання двох і більше ліній (див. **Створення з'єднання**).

 (*Шина*) - режим створення шини. Принцип створення аналогічний режиму *Полілінія* (див. **Створення з'єднання**).

**Редагування примітивів.** Після створення примітиву його часто необхідно відредагувати. Для цього використовується вікно **Властивості** команди меню **Правка**, а також зміна координат за допомогою маркерів. Перед тим, як проводити редагування примітиву, потрібно його виділити. Це доступно в режимі **Селекція** (). В цьому режимі натискаємо ліву клавішу миші та переміщуємо курсор, не відпускаючи клавішу. Вслід за курсором промальовується прямокутник. Після відпускання лівої клавіші миші всі примітиви, які попали у даний прямокутник стають виділеними. Для додавання або видалення примітивів з вибору можна, затиснувши клавішу **Ctrl**, виділити необхідні елементи.

**Редагування за допомогою маркерів.** При виділенні примітиву на елементі відображаються точки (*маркери* - 1), згідно яких він побудований (рис. 4).

Для зміни розмірів необхідно навести курсор на маркер і затиснути ліву клавішу миші. Не відпускаючи клавішу переміщуємо курсор на нову необхідну координату. Після відпускання клавіші миші примітив фіксується у новому стані.

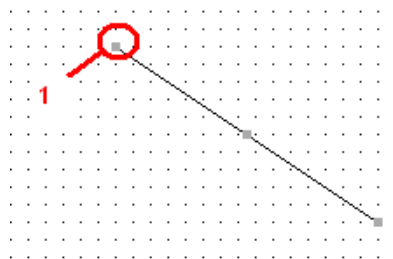





Рисунок 4. *Маркери*

**Редагування за допомогою команд меню Правка.** Для примітивів у меню **Правка** доступні наступні команди.


**Клонувати** () - процедура створення точної копії примітивів. Дану команду можна викликати за допомогою гарячих клавіш **Ctrl+C** або через контекстне меню чи панель інструментів. Після виконання команди проходить точне копіювання виділених примітивів і виділення одразу переходить на нові елементи.


**Поворот** () - команда, що повертає виділені елементи відносно лінії. При виклику даної команди редактор переходить у режим створення ліній. Після закінчення прорисовки однієї лінії проходить поворот. При цьому початок

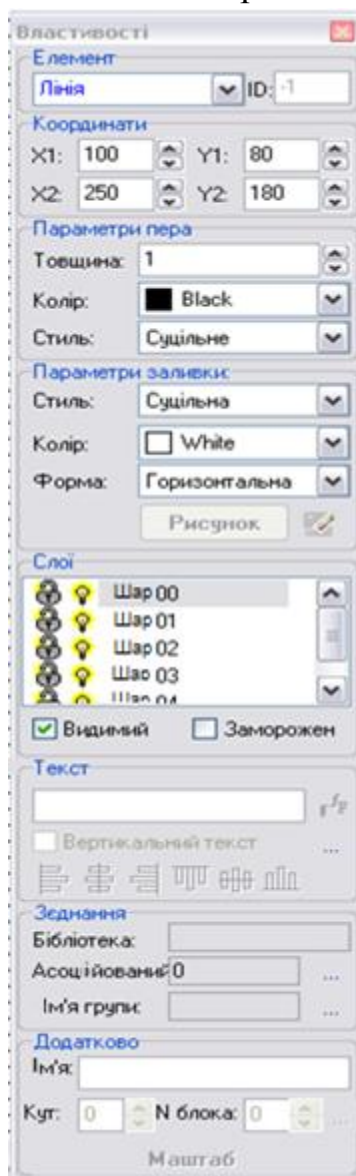
прорисованої лінії – точка, відносно якої повертати елементи, а напрямок відрізка вказує кут повороту.

**Дзеркало** (). Дана команда призначена для дзеркального відображення виділених елементів відносно лінії, яку промальовують.

**Стерти** - видаляє виділені елементи (клавіша **Del**).

**Вивід на передній план** () - процедура, що виводить виділений об'єкт на передній план порівняно з іншими.

**Вивід на задній план** () - процедура, що виводить виділений об'єкт на задній план порівняно з іншими.




**Редагування за допомогою вікна Властивості** Дане вікно розбито на наступні блоки.

**Елемент** – тут вказується тип виділеного елемента, а також його унікальний ідентифікаційний номер, під яким він записаний у базі. За допомогою випадаючого списку можна змінити тип примітиву. При цьому новий примітив буде створюватись за тими самими координатам як і попередній.








**Координати** – містить координати розміщення даного елемента на робочій області. Можна вводити їх безпосередньо через клавіатуру.

**Параметри пера** - містить такі параметри ліній об'єкта як *товщина*, *колір* та *стиль*. Товщина пера вводиться через клавіатуру, а колір і стиль вибираються у випадаючому списку.

**Параметри заливки** – окрім зовнішнього контуру у примітивів є також заливка внутрішньої області. Даний блок налаштувань використовуються для визначення характеру заливки (*стиль*, *колір* та *форма*). Крім того, для елементів, в які завантажуються графічні зображення (*Картинка*, *Картинка в колі*, *Фігура*), використовується кнопка **Рисуюнок** для завантаження зображення з файлу, а також кнопка **Видалити** () для його очистки.

**Шари.** Використовується для налаштування кожного із шарів. У списку вибираємо шар, який потрібно налаштувати. При заданні йому значення *Видимий*, всі елементи, що належать даному шару, будуть видимі для редагування. Якщо встановити *Заморожений*, то елементи будуть лише в режимі читання. Для присвоєння виділених елементів іншому шару достатньо подвійного натискання

миші на необхідному шарі у списку. Також є можливість виставляти поточний шар. Щоб перевести поточний шар у нове значення, необхідно зняти виділення з усіх об'єктів (клікнути мишкою по пустому полі в режимі **Селекція**), після чого виділити необхідний шар.

**Текст** – застосовується для редагування примітиву *Текст*. У полі вводу можна ввести текст, який повинен відображатись на листі. Також є можливість налаштувати положення тексту: вертикальний чи горизонтальний, центрування (по горизонталі: зліва ( , посередині ( , справа ( ); по вертикалі: зверху ( , посередині ( , знизу ( )). Можна виставити стиль тексту за допомогою виклику діалогу налаштувати шрифту ( ).

**З'єднання** – несе інформацію, до якої бібліотеки належить даний об'єкт, вказує ім'я групи, в склад якої він входить, а також показує кількість з'єднань, що стосуються даного елементу;

**Додатково** – тут можна задавати ім'я даного елементу. Для об'єктів та блоків також доступні: зміна кута нахилу та масштабу по двох осях (кнопка **Масштаб**). Крім того, об'єкт дозволяє змінювати свій номер, що визначає блоки, які виводяться на екран.

**Етапи створення блоків** При створенні блоків можна виділити три етапи: створення нового блоку, вставка готового блоку з внутрішньої бібліотеки та редагування вже готового блоку.

**Створення блоку** Перед початком створення блоку виділяємо примітиви, які повинні входити у новий блок. Після цього викликаємо команду **Створити блок** (контекстне меню або меню команд). На екрані з'явиться діалог для створення блоків (рис. 5).

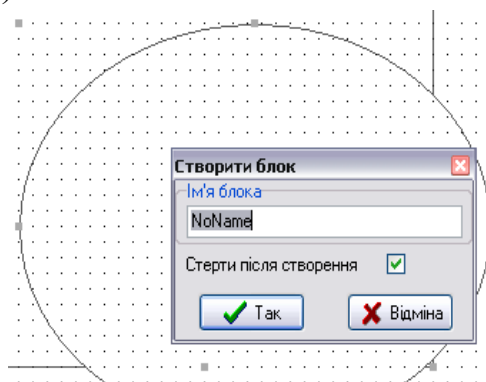


Рисунок 5. Діалогове вікно створення блоку

В полі *Ім'я блока* вводиться назва блоку під яким він буде зберігатись у базі. Якщо вибрана опція *Стерти після створення*, то після створення об'єкта примітиви, що були виділені, будуть стерті.

**Вставка блоків.** По завершенні створення блоку він записується у внутрішню бібліотеку. Після цього достатньо виділити його у вкладці **Підключена бібліотека** вікна дерева станцій і через контекстне меню викликати команду **Вставка** (рис. 6).

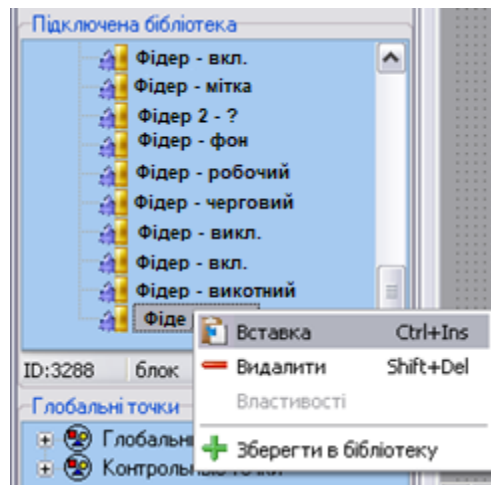




Рисунок 6. Діалогове вікно Вставлення блоку

В результаті виконання цієї команди блок вставиться на лист і буде тягтися за курсором доти, доки не натиснуть ліву клавішу миші.

**Редагування блоків.** Для того, щоб змінити елементи блока (примітива), необхідно виділити сам блок, який редагується. Після чого перейти в режим **Редагування блока** (  - на **Панелі інструментів**). При цьому на листі залишається відображення лише виділеного блока. В цьому режимі можна змінювати параметри примітивів, створювати інші або видаляти вже існуючі у блоці. По завершенні роботи з блоком необхідно перейти знову в звичайний режим, натиснувши кнопку . При виході з режиму редагування програма запитає про запис змін. Якщо відмовитись від збереження, всі зміни блока анулюються.

**Об'єкти.** Це основний тип графічних елементів, який використовується для відображення параметрів реальної моделі. В кожного об'єкта є власне число, яке характеризує поточний стан. Цей стан визначає, які блоки, що входять до складу об'єкту, відображати на екрані за рахунок побітового аналізу поточного стану та номерів біта, який присвоєний кожному блоку під час створення об'єкта. При виставленні біта адреси, що записана для блока, в «1» блок стає видимим, якщо ж «0» – невидимим.

Загальна бібліотека об'єктів знаходиться разом з програмою у базі внутрішньої бібліотеки уже налаштованою під реальний об'єкт, тому створення та редагування вже створених об'єктів рекомендується не використовувати.

**Створення об'єктів.** Перед початком створення об'єкта необхідно розмістити блоки, з яких він буде складатись, у тому положенні, у якому вони повинні показуватись у об'єкті. Після цього їх виділяють і викликають команду **Створити об'єкт** (контекстне меню). У результаті виконання команди на екрані з'явиться діалогове вікно для створення об'єкту (рис. 7). В цьому вікні є список з іменами блоків, що будуть включені у склад нового графічного об'єкту. Нижче, аналогічно як і при створенні блока, можна виставити прапорець стирання блоків після створення об'єкту.

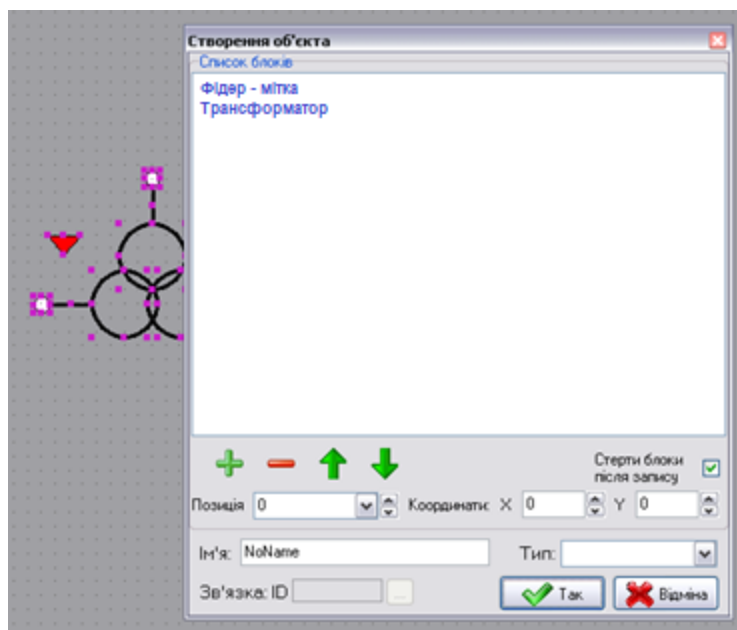


Рисунок 7. Діалогове вікно створення об'єктів





Крім того, присутні додаткові параметри:

*Позиція* – вказує номер біта, якому відповідає виділений блок зі списку.

*Координати X, Y* – вказують, наскільки зміщати блоки відносно нульової точки об'єкта. За замовчуванням вони виставлені так, щоб відповідали зображенню на листі.

*Ім'я* – назва об'єкту, під яким він буде записаний у бібліотеку і на схемі.

*Тип* – даний параметр характеризує, до яких типів об'єктів реальної моделі можна приєднувати даний графічний об'єкт. Він вибирається за допомогою випадаючого списку.

Для налаштування порядку створення блоків можна використати кнопки  та . Вони зміщують виділений блок по списку відповідно вгору та вниз. Видалення блока зі складу об'єкта – кнопка , а додати новий - .

При додаванні нового блоку з'являється додаткова панель (рис. 8).



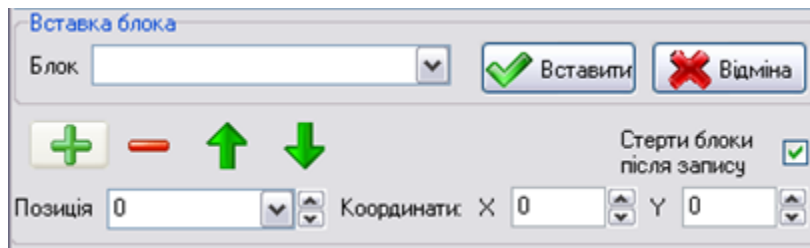


Рисунок 8. Діалогове вікно додавання нового блоку

На даній панелі вибирається вже існуючій у бібліотеці блок за допомогою випадального списку. Після цього натискають клавішу **Вставити**. По завершенні операції у списку блоків з'являється вибраний блок. Коли всі параметри введені, натискається клавіша **Так** і в бібліотеці з'являється новий об'єкт.

Зауваження: Кожний об'єкт має мати хоча б один блок з позицією рівною «0» (*фоновий блок*). Крім того, не допускається наявність однакових блоків у складі одного об'єкту.

**Вставка об'єктів.** Порядок вставки об'єктів повністю співпадає з порядком вставки блоків (рис. 9).

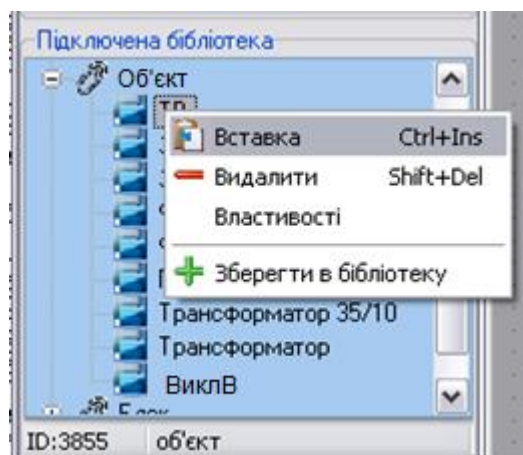

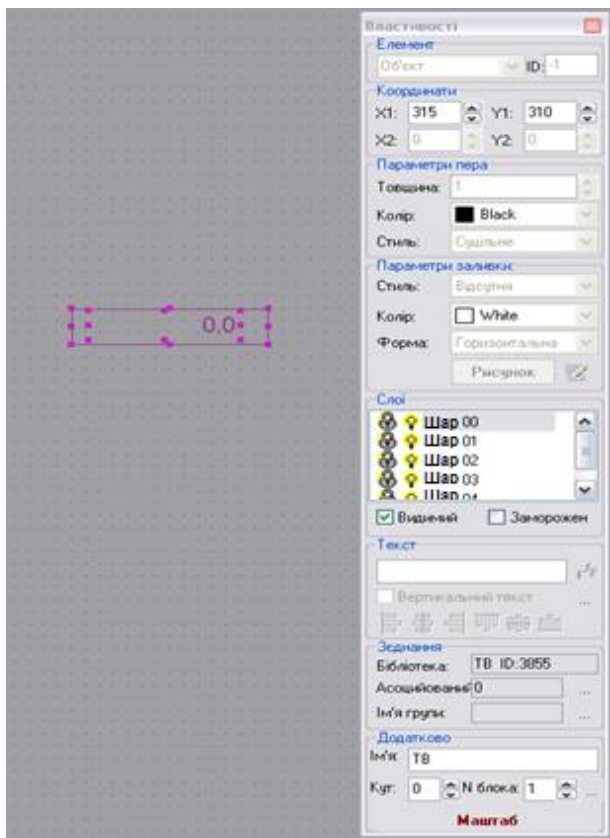


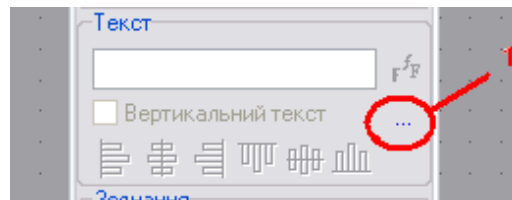
Рисунок 9. Діалогове вікно вставки об'єкта

**Редагування об'єктів.** Для редагування об'єктів необхідно виділити потрібний об'єкт (рис. 10, а), далі на панелі властивостей можна змінити позицію об'єкта (координати X, Y), кут нахилу всіх елементів, ім'я, масштаб відображення по осі X, Y (кнопка **Масштаб**), а також присвоїти власне число об'єкта (поле **№ блоку**).

Для спрощення налаштування власного числа доцільно використати діалог, що викликається при натисканні кнопки , яка знаходиться справа від поля вводу (рис. 10, б).



а)



б)

Рисунок 10. Діалогове вікно редагування об'єкта

Після цього на екрані з'явиться діалог, на якому у вигляді списку показані всі блоки, що входять у склад об'єкта (рис. 11). Потрібно відмітити блоки, які необхідно показати, і натиснути клавішу **Так**. В результаті цього число у полі **№ блоку** змінить своє значення.

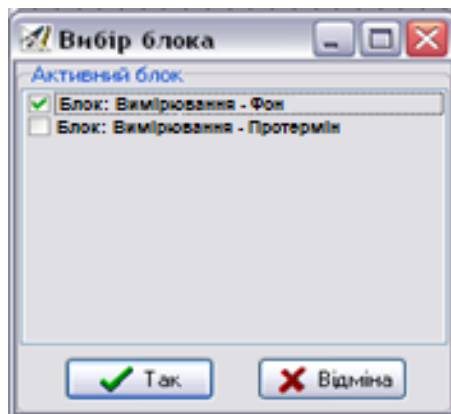

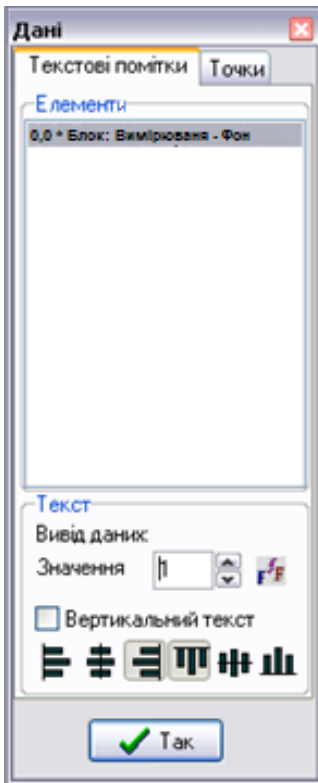


Рисунок 11. Діалогове вікно вибору блока

Оскільки об'єкт може містити одразу кілька елементів типу **Текст**, для їх перенаштування використовується кнопка  з групи **Текст**. Після натискання даної кнопки, користувач бачить вікно, в якому у вигляді списку представлені всі текстові графічні примітиви. Назва подана у наступному вигляді: спочатку

йде текст, що пишеться на даний час, після чого вказується назва блоку, до якого належить даний примітив. Нижче списку примітивів йде набір кнопок, що відповідають кнопкам у вікні **Властивості**.




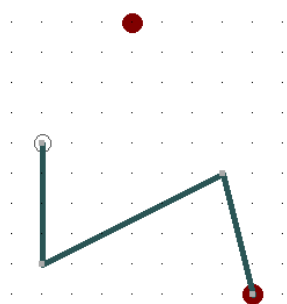
Особливістю діалогу є наявність поля **Значення**. В даному полі записується число, за яким реальна модель орієнтується, яке значення вставляти в даний текстовий примітив при динамічному відображенні під час роботи основної програми ("*Енергія*"). Крім того, для даного поля наперед зафіксовані наступні числа:

- 0 - відображається ім'я графічного об'єкту;
- 1 – текст залишається незмінним, як і в редакторі;
- 2 – відображається ім'я реального об'єкту.

Крім вікна **Властивості** об'єкти можна редагувати за допомогою виклику вікна створення об'єктів. Для цього необхідно виділити об'єкт та за допомогою контекстного меню запустити команду **Властивості**. Порядок роботи такий самий як і при створенні, але новий об'єкт при закритті діалогу не створюється.

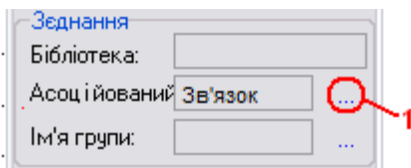
**З'єднання.** Для можливості проведення аналізу схеми в редакторі введені графічні примітиви **Шина** та **Точка**. За допомогою даних примітивів створюється жорстке з'єднання між графічними об'єктами. З'єднання являє собою контакт між графічними примітивами **Шина** та **Точка**, яке представлене у вигляді полілінії. Дані примітиви (**Шина**, **Точка**) можуть бути створені просто на фоні (вузли, загальні шини) або входити у склад об'єктів - тоді вони асоціюються власне з об'єктом. Графічно зв'язки відрізняються тим, що кінці поліліній постійно прив'язані до певних графічних об'єктів (окрім режиму **Створення з'єднань**), а також мають колір, який відповідає кольору з'єднання.

**Створення з'єднання.** Для створення з'єднання необхідно перейти в режим **Створення з'єднань** () , який знаходиться на **Панелі інструментів**. У цьому режимі викликаємо команду **Полілінія**. При першому попаданні точки полілінії у примітив **Шина** чи **Точка** створюється перша прив'язка, друге попадання завершує створення зв'язку. Після цього полілінія автоматично завершується. Для створення наступного зв'язку необхідно знову клікнути мишкою на листі і повторити дії. Особливістю режиму **Створення з'єднань** є те, що всі полілінії, які являють собою зв'язок, візуально збільшують свою товщину.

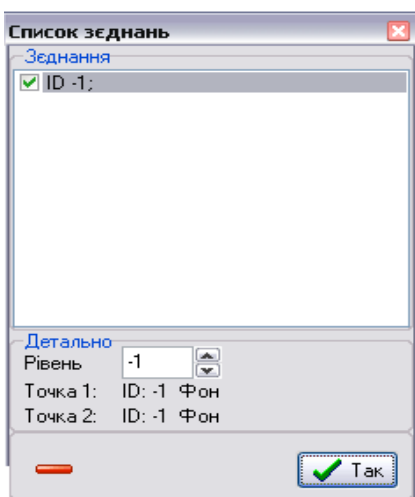


автоматично переналаштовується.

**Редагування з'єднання.** Для з'єднання можна редагувати точки прив'язки та рівень з'єднання. Редагування точок прив'язки з'єднання так само проходить в режимі Створення з'єднань. В цьому режимі виділяємо полілінію, яка являє собою з'єднання та за допомогою маркерів переносимо координати точок на нові примітиви **Шина** чи **Точка**. При попаданні на них з'єднання



Для налаштування рівня з'єднання необхідно використати групу **З'єднання** з вікна **Властивості**. При натисканні клавіші **...** біля поля *Асоційований* викликається діалог налаштування всіх з'єднань на схемі.

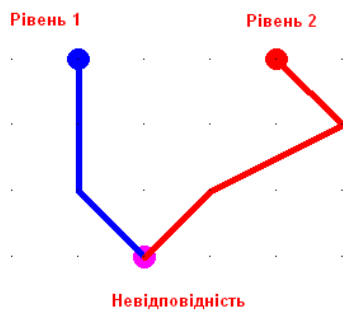


Діалог **Список з'єднань** містить список, у якому вказані ідентифікатори (характерні для кожного примітиву) поліліній, що представляють з'єднання. В групі **Детально** містяться наступні дані:


*Точка1, Точка2* – вказують які саме примітиви з'єднані між собою (їх ідентифікатори), а також об'єкт, до якого вони належать.

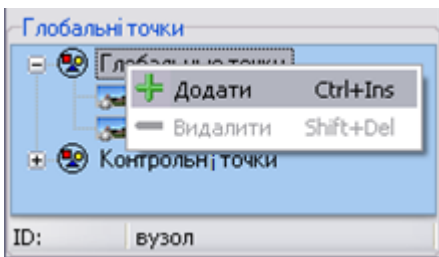
*Рівень* – вказує номер рівня, до якого належить даний зв'язок. При зміні даного значенні всі з'єднання, які позначені галочкою у списку, будуть виставлені на новий рівень. Самі параметри рівня

(*колір*) налаштовуються за допомогою вікна **Лист** у вкладці **З'єднання**.

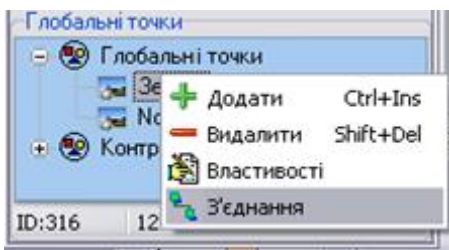


Якщо виставити рівень «-1» – це означає, що рівень не визначений. Редактор сам виконує перевірку на відповідність рівнів з'єднань. При їх неспівпаданні примітив підсвічується іншим кольором.

**Глобальні точки.** При роботі зі створення схем часто необхідно створити з'єднання між примітивами, які знаходяться на різних схемах. Для цього використовується віртуальний об'єкт **Глобальна точка** (  ).

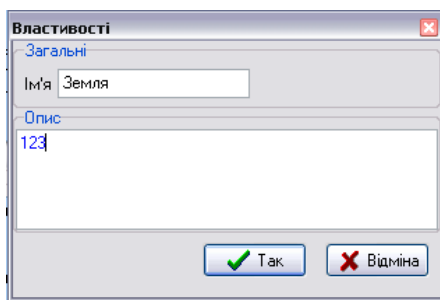


Для створення даного об'єкту необхідно виділити вузол **Глобальні точки**, який знаходиться у групі **Глобальні точки** вікна **Дерево станцій**, та вибрати команду **Додати** з контекстного меню.



Для створення з'єднання з глобальною точкою необхідно виділити примітив (**Шина** або **Точка**). Якщо він є у складі об'єкта, то необхідно ввійти перед цим в режим **Редагування блоку**. Після чого перейти на глобальну точку, з якою необхідно створити з'єднання, та викликати команду

**З'єднання** за допомогою контекстного меню.



Також для глобальної точки можна змінити властивості (команда **Властивості** контекстного меню). У вікні налаштування точки є параметри:

- ім'я* – назва елемента;
- опис* – опис, відповідно до якого простіше буде визначитись з призначенням даного елемента.

**Робота з зовнішньою бібліотекою** Для завантаження вже готових графічних об'єктів із зовнішньої бібліотеки необхідно на початку підключити до програми зовнішню базу з бібліотекою за допомогою команди **Відкрити бібліотеку**. Після чого з'явиться діалогове вікно як і при підключенні бази даних схем.

Після підключення бази даних автоматично показується вікно **Дерево бібліотеки** (рис. 12, а). У даному вікні представлені наявні у бібліотеці об'єкти та блоки. Для імпорту у підключену базу схем виділеного елемента бібліотеки достатньо викликати команду **Вставка елемента** з контекстного меню, після чого графічний об'єкт автоматично добавиться у внутрішню бібліотеку.

В об'єкта зовнішньої бібліотеки можна відредагувати його властивості за допомогою команди **Властивості**. Після виконання даної команди з'являється діалогове вікно (рис. 12, б). У даному діалоговому вікні можна змінити назву об'єкта, а також додати загальний опис, за яким простіше буде визначитись з призначенням даного елемента.

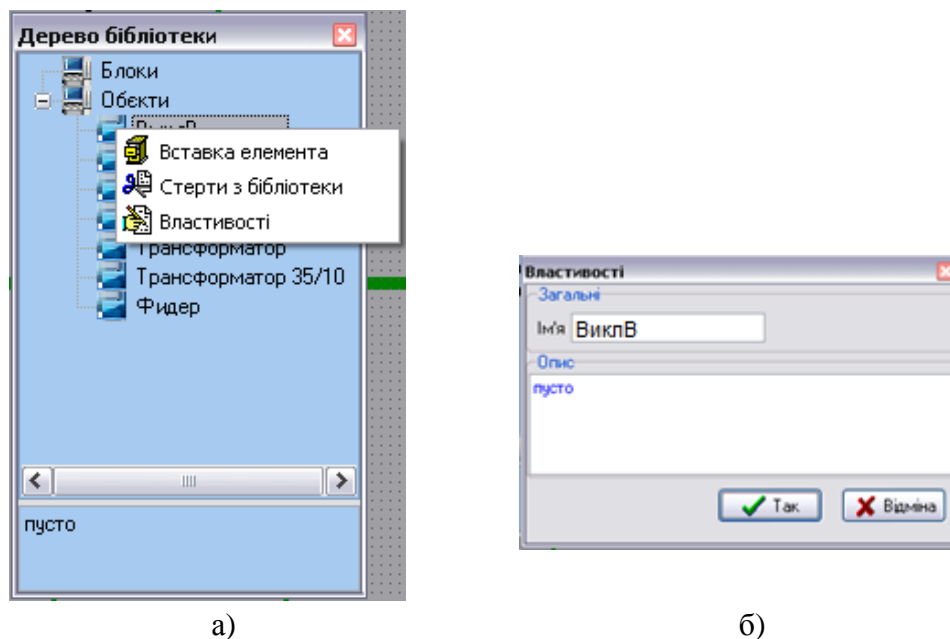



Рисунок 12. Діалогове вікно дерева бібліотеки

Крім імпорту із зовнішньої бібліотеки також можливий експорт із внутрішньої у зовнішню бібліотеку. Для експорту у зовнішню бібліотеку достатньо виділити елемент внутрішньої бібліотеки, який знаходиться у вікні **Дерево станцій**. Після чого викликати команду контекстного меню **Зберегти у бібліотеку**.

**Робота з реальними об'єктами** Після створення графічних об'єктів необхідно їх зв'язати з відповідними реальними об'єктами. Для роботи з реальними об'єктами можна використати наступні вікна:

- **Об'єкти моделі;**
- **Зв'язки.**

**Прив'язка до реального об'єкта.** Щоб прив'язати графічний об'єкт до реальної моделі, необхідно виділити його та викликати властивості через команду **Властивості** контекстного меню. В діалозі створення об'єкта внизу є поле **Зв'язка**, де вказаний ідентифікатор реального об'єкта, з яким зв'язаний графічний. Для зміни цього значення треба натиснути кнопку , котра знаходиться справа від даного поля.

Після цього на екрані з'явиться вікно **Об'єкти моделі**, в якому у вигляді дерева представлені всі об'єкти реальної моделі (рис. 13). Кореневі об'єкти являють собою підстанції, нижче йдуть власне реальні об'єкти. Справа знаходяться кнопки для прив'язки до об'єкта, з якого був проведений виклик діалогу. Для проведення прив'язки достатньо виділити реальний об'єкт, до якого повинна бути асоціація, зі списку в дереві, після чого натиснути кнопку **З'єднати**. Щоб очистити поточну прив'язку графічного об'єкту, необхідно використати команду **Очистити**.

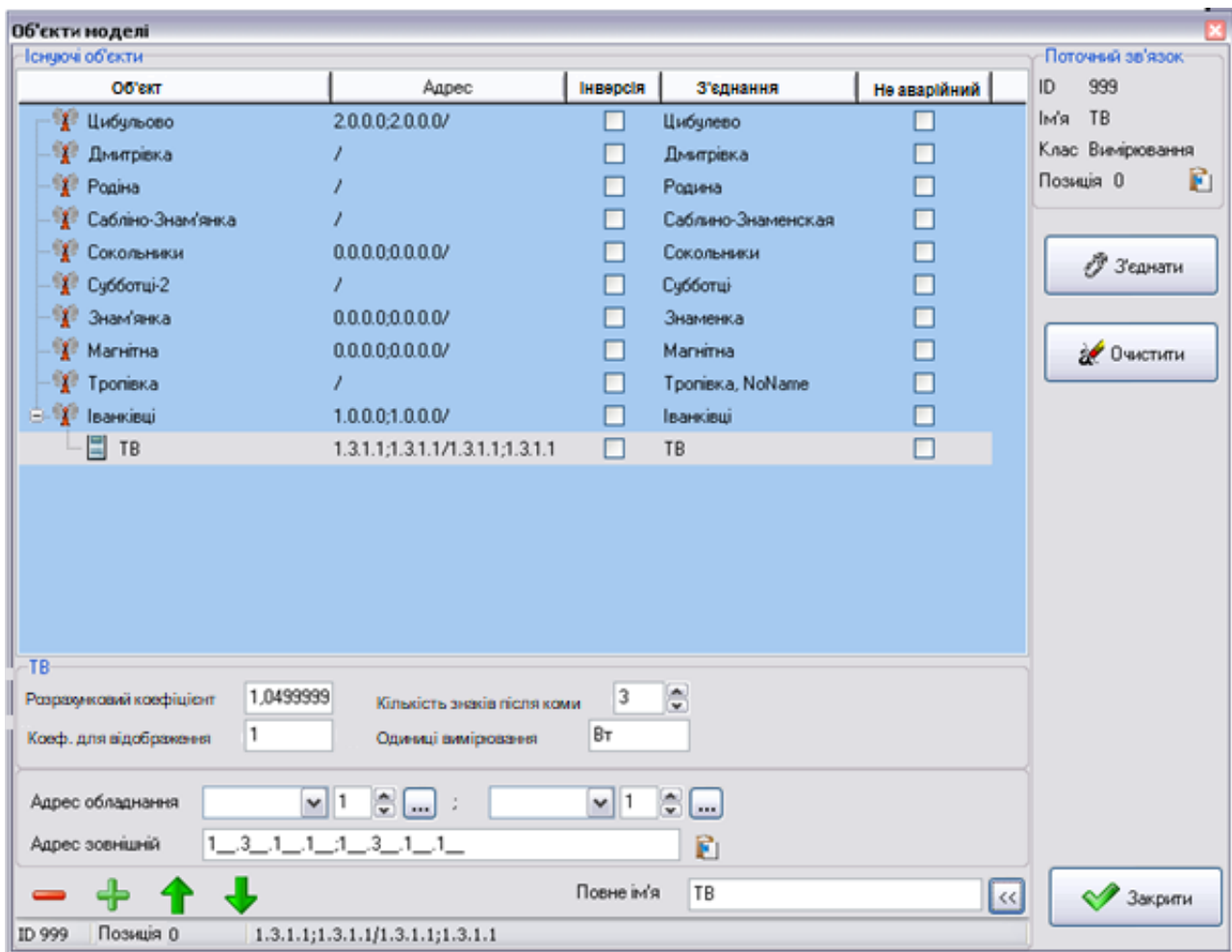


Рисунок 13. Діалогове вікно об'єктів моделі

Крім даного способу можна використати вікно **Зв'язки** (рис. 14). У даному вікні об'єкти представлені у вигляді двох колонок, де зліва йде назва графічного об'єкту, а справа - шлях та назва реального об'єкту, який з ним зв'язаний. Знизу є статусна панель, де вказується повний шлях до реального об'єкту.

Поле **Фільтр** вказує, які саме об'єкти показувати видимими. Фільтрація йде відносно підстанцій, до яких він належить.

Прив'язку об'єкта можна виконати за допомогою подвійного натискання миші по полю з графічним об'єктом (йде виклик вікна **Зв'язки**), який ми хочемо переприв'язати, або вибравши об'єкт з випадаючого списку, який з'являється у правій колонці, при редагуванні напису.

Стерти поточну прив'язку можна за допомогою клавіші .

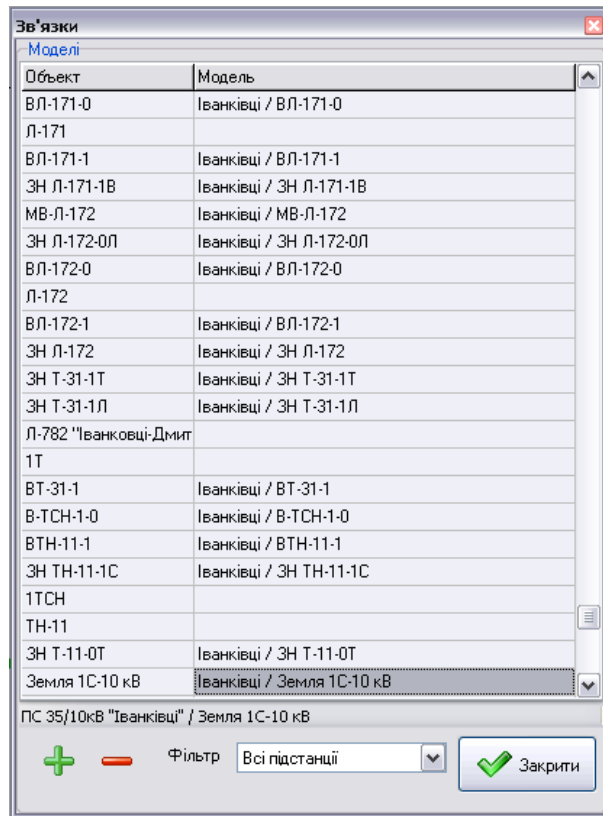


Рисунок 14. Діалогове вікно роботи зі зв'язками

**Створення реального об'єкта.** Для створення реального об'єкту необхідно викликати вікно **Об'єкти моделі** (рис. 13). У даному вікні можна використати команду **Створити підстанцію** з контекстного меню, що викликається при знаходженні миші в списку дерева. Ця команда дозволяє додати нову підстанцію у реальну модель. Щоб створити звичайні об'єкти, необхідно з того ж меню викликати команду **Створити об'єкт** або натиснути кнопку **+** внизу вікна. При цьому, якщо виклик дерева був проведений для прив'язки графічного об'єкту (через команду **Властивості** або вікна **Зв'язки**), то графічний об'єкт стане одразу прив'язаним до нового реального, а назва і тип реального буде співпадати з графічним.

Так само можна створити реальний об'єкт за допомогою вікна **Зв'язки**. Для цього необхідно у фільтрі одразу виставити підстанцію, до якої повинен належати новий реальний об'єкт. Після чого перейти на графічний об'єкт, з яким повинен бути з'єднаний реальний і натиснути кнопку **+**. Результат буде аналогічний як і при створенні з вікна **Об'єкти моделі**.

**Редагування реального об'єкта.** Для редагування реального об'єкту необхідно викликати вікно **Об'єкти моделі** (рис. 13). У даному вікні в дереві є п'ять колонок:



**Об'єкт** – містить назву реального об'єкту, яку можна поміняти одразу в дереві;




**Адреса** – містить внутрішню та зовнішню адресу обладнання;


**Інверсія** – вказує про те, що необхідно інвертувати вхідні параметри з обладнання, при їх надходженні;

**З'єднання** – вказує наявні зв'язки з графічними об'єктами. Для реального об'єкту нижнього рівня показуються зв'язки з графічними об'єктами завантаженої схеми;

**Не аварійний** – вказує, що зміна стану на даному об'єкті не є аварійною.


Нижче наявні панелі, на яких можна змінити повне ім'я об'єкту: змінити адресу обладнання, виставити додаткові параметри для телевимірів.

За допомогою кнопок можна також видалити виділений реальний об'єкт  або перенести його до іншої підстанції (кнопки  та .

На даній панелі є дві групи: адреса обладнання та адреса зовнішня. Зовнішню адресу можна редагувати вручну чи скопіювати з адреси обладнання (). Адреса обладнання розбита на дві підадреси:



**1** – адреса телесигналізації;

**2** – адрес телекерування.

Кожна із підадрес складається з чотирьох цифр. Перші три вибираються з випадаючого списку або з діалогу **Обладнання**, остання вводиться вручну. Для виклику діалогу **Обладнання** необхідно натиснути кнопку , яка знаходиться зліва від поля адреса.

На даній панелі можна ввести *розрахунковий коефіцієнт*, який враховується при приході даних з обладнання для отримання реальних значень, вимірних обладнанням. *Кількість знаків після коми* – вказує скільки знаків показувати на мнемосхемі. *Коефіцієнт для відображення* – коефіцієнт, на який необхідно помножити величину перед тим, як вивести її на екран. *Одиниці вимірювання* – вказує параметри одиниці вимірювання.

У діалозі **Обладнання** представлене обладнання у вигляді деревовидної структури, де корневими є плати КЗД (контролер збору даних), нижче йдуть плати телевимірів та інші (рис. 15). Одразу в дереві можна виконати налаштування: для *кореневого* – назву і номер, *дочірнього* – назву, тип та номер. Після вибору плати натискається **Так** і значення переходить у поле адреси реального об'єкту.

За допомогою даного вікна також можна змінювати структуру: видаляти елементи , додавати нові звичайні  та кореневі об'єкти (**Додати кореневий** з контекстного меню).

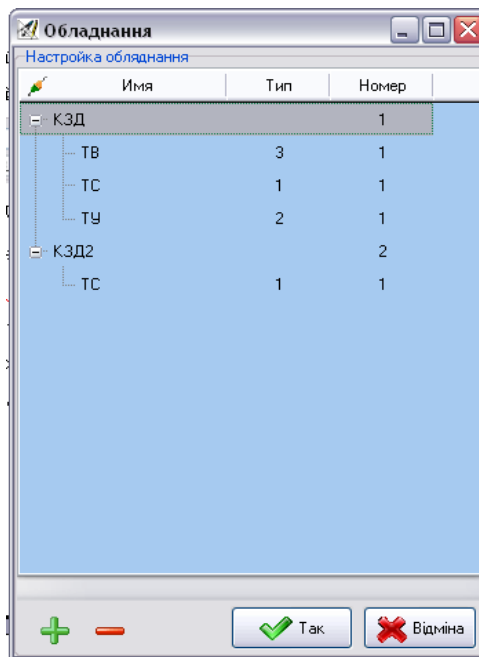


Рисунок 15. *Діалогове вікно роботи з обладнанням*

**Збереження схеми.** Для збереження змін у схемі достатньо виділити схему у **Дереві станцій** та викликати команду **Записати схему**. Крім того, в даному списку можна створювати нові схеми за допомогою команди **Додати кореневу** або **Додати позицію**. Після виконання даної команди в дереві з'явиться нова підстанція, але без запису у базу. Для того, щоб нова підстанція зберегти, необхідно провести запис мнемосхеми у нову підстанцію. Видалення проходить так само через контекстне меню за допомогою команди **Видалити позицію**.

**Додаткові можливості.** Для спрощення роботи у програмі можна використати наступні можливості.

1) Збільшення зменшення масштабу листа за допомогою прокрутки повзунка миші.

2) Перемістити лист - для цього затискається середня клавіша миші і, не відпускаючи її, змістити курсор. Після чого відпускають клавішу і лист зміщується за курсором.

3) Подвійний клік на листі викликає вікно **Властивості**.

4) Подвійний клік у дереві поточної схеми – виділення елемента на листі.

5) Подвійний клік у дереві підключеної бібліотеки – вставка елемента з внутрішньої бібліотеки у завантажену схему.

6) Подвійний клік у дереві станцій – завантаження виділеної схеми.

7) Подвійний клік у дереві бібліотеки – імпорт об'єкта з зовнішньої бібліотеки у внутрішню.

8) Повтор виклику останньої команди створення – контекстне меню листа.


9) Перенесення графічних елементів – виділення елемента, після чого затискається кнопка миші над виділеним елементом і переміщується курсор у нове положення. Виділені елементи переміщуються вслід за курсором.


10) Клік по елементу на листі з утриманням клавіші **Shift** – виділення всіх елементів, які об'єднані у групу.


### 3 Пункти меню


**Мнемосхема.** Даний пункт меню призначений для підготовки та завершення роботи в редакторі.


 (*Очистка*) - очищає робоче поле, видаляючи всі об'єкти.

 (*Створити базу*) – створює нову базу, для збереження мнемосхем.

 (*Відкрити базу*) – відкриває нову довільну базу (F3).

 (*Відкрити схему*) - відкриває схему, яка виділена в дереві станцій. Для початку потрібно відкрити базу, а вже потім схему.

 (*Записати схему*) – записує (зберігає) зміни внесені у схему (F2).

 (*Вийти*) – вихід із програми.

**Формат.** Даний пункт меню призначений для форматування параметрів листа схеми і містить такі команди:

*Шрифти* – використовується для форматування тексту за замовчуванням (при режимі створення **Текст**). Вікно меню *Шрифти* містить в собі розділи, за допомогою яких можна змінити тип, вид, розмір, колір шрифту і т.д.

*Параметри* – викликає діалогове вікно, яке містить три вкладки:


1. Параметри – ця вкладка містить п'ять блоків:

- *Сітка* - налаштовує крок сітки;
- *Лист* - налаштовує розмір листа по горизонталі (X) та вертикалі (Y);
- *Точка* – вказує розміри точок сітки;
- *Маркер* – змінює розміри маркера виділеного об'єкта;
- *Фон листа* – змінює колір фону робочого листа.

2. Шари – призначена для налаштування кожного із шарів. У блоці **Елементи** вибираємо шар, який потрібно налаштувати. При заданні йому значення *Видимий*, всі елементи, що належать даному шару, будуть видимі. Якщо встановити *Заморожений*, то елементи будуть лише в режимі читання. Також тут можна налаштувати колір шару.


3. З'єднання – задає рівень кольору з'єднань усієї схеми.


**Сервіс.** Це меню, пункти якого дають змогу роботи із зовнішньою бібліотекою об'єктів:


*Відкрити бібліотеку* – за допомогою даного меню ми можемо підключити зовнішню бібліотеку. Вікно, що відкривається, попросить вказати шлях до потрібної бази. Це можна зробити за допомогою кнопки . Тоді натискаємо **Так** і чекаємо успішного завантаження бібліотеки.

*Створити бібліотеку* – це меню дає змогу створити нову базу для запису в неї бібліотечних об'єктів.

**Правка.** Меню призначене для налаштування об'єктів і має такі команди.


*Клонувати* - процедура створення точної копії примітивів. Після виділення довільного об'єкта за допомогою комбінації гарячих клавіш **Ctrl+C**, його можна клонувати. Дана процедура розміщена на панелі інструментів .


*Поворот* – ця команда дозволяє повертати виділені елементи відносно лінії, яку промальовують. При цьому початок лінії – точка, відносно якої повертають елементи, а напрямок відрізка вказує кут повороту. Дана команда міститься на панелі інструментів .


*Дзеркало* () - дана команда дозволяє дзеркально відобразити виділені елементи відносно лінії, яку промальовують.

*Стерти* - видаляє виділені елементи (клавіша **Del**).

*Очистити ідентифікатори* - очищує ідентифікатори схеми та примітивів, що дозволяє записати поточну схему як нову.

*Вивід на передній план* - процедура, що виводить виділений об'єкт на передній план порівняно з іншими. Міститься на панелі інструментів .

*Вивід на задній план* - процедура, що виводить виділений об'єкт на задній план порівняно з іншими. Міститься на панелі інструментів .


*Розбити блок на елементи (Розбити)* - процедура, що дозволяє розбити блоки на елементи. Для розбиття потрібно лише виділити блок і вибрати з меню **Правка** (або з контекстного меню) пункт **Розбити** або з панелі інструментів  (**Розбити блок на елементи**).


*Створити блок* - виділені примітиви можна об'єднати у блок за допомогою даної команди меню.


*Створити об'єкт* - об'єднує у об'єкт виділені блоки.

**Об'єкт.** Дане меню містить в собі режими, призначені для створення об'єктів. Для зручності роботи усі ці режими винесені на панель інструментів детально описані вище і у пункті **Створення примітивів**.

**Вид.** Пункти меню **Вид** призначені для роботи із розміром робочої схеми. Всі режими дублюються на панелі інструментів.

 (*Реальний розмір*) - процедура, що задає 100% масштаб для всієї схеми.

 (*Приблизити*) - процедура, що збільшує масштаб всієї схеми. Можна викликати при прокручуванні ролика миші вперед.

 (*Віддалити*) - процедура, що зменшує масштаб всієї схеми. Можна викликати при прокручуванні ролика миші назад.

**Вікна.** Меню призначене для переходу між діалогами редактора.

*Бібліотека* - показує або приховує діалог для роботи із зовнішньою бібліотекою.

*Дерево станцій* - показує або приховує діалог для роботи із завантаженою базою та схемами.

*Моделі* - показує або приховує діалог для налаштування з'єднання між графічними та реальними об'єктами.

*Групи* - показує діалог налаштування групування елементів.


*Властивості* - показує або приховує вікно властивості.


*Плати* - показує або приховує діалог налаштування елементів нижнього рівня (безпосередньо обладнання).


*Налаштування моделі* - показує діалог налаштування реальної моделі (реальні об'єкти).


**Панель інструментів.** Панель інструментів містить команди з меню **Об'єкт**, **Правка** та **Вид**. Крім того присутні додаткові команди для переходу та виходу з режимів редагування:


 (*Крок*) – режим фіксованого кроку переміщення курсору.

 (*Сітка*) – режим відображення сітки координат згідно налаштованого кроку.

 (*Показати зображення*) – режим відображення підключених растрових зображень, які відображаються в елементах **Картинка**, **Картинка в колі**, **Фігура**.

 (*Режим створення з'єднань*) – в цьому режимі можна створювати з'єднання між графічними об'єктами (докладніше див. вище).

 (*Редагування блока*) – перехід в режим редагування виділеного блока, при цьому на листі відображається лише блок, що редагується. В цьому режимі можна редагувати, видаляти або добавляти нові елементи. При виході з режиму програма запитає чи записати зміни. При відмові всі зміни відміняються.


 (*Пропорційна товщина ліній*) – В цьому режимі товщина ліній залишається пропорційна відносно масштабу.

## 4 Порядок виконання роботи

1. Вивчити та проаналізувати теоретичні відомості про графічний редактор **КомпГрафік**.


2. Ввімкнути комп'ютер, завантажити програмний графічний редактор **КомпГрафік**.


3. В програмному середовищі редактора завантажити бібліотеку компонентів: піктограма  ⇒ піктограма .

4. Створити схему проекту: контекстне меню ⇒ піктограма  ⇒ *Ім'я схеми*.



5. Набрати в середовищі графічного редактора схему однолінійну електричну згідно свого варіанту (табл. 1), використовуючи бібліотечні компоненти (меню **Бібліотека**). В табл. 2 приведено позначення схемних елементів.


6. Зберегти створений проект:  (Записати схему).


7. Завантажити програму конфігурації схеми  EnergyConfiguration.


8. В стрічці Задач стати на піктограму  за допомогою контекстного меню вибрати команду **Об'єкти інформації**.

9. У відкритому вікні вибрати меню **Майстри** ⇒ **Моделі**.

10. У відкритому вікні **Майстер створення моделі** перейти у вікно **Графічний об'єкт** та відзначити створений проект (наприклад, >   **Схема2** ).

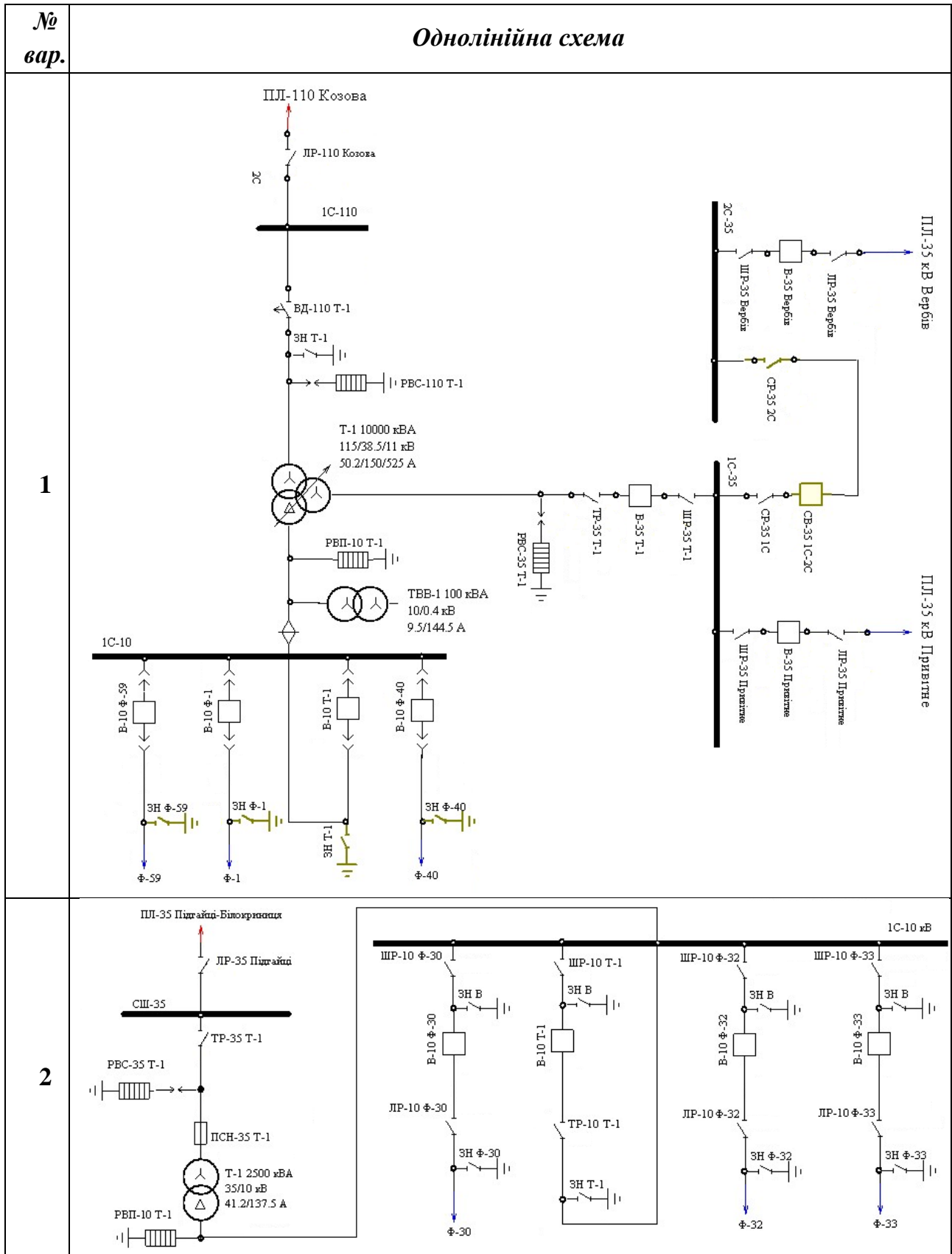
11. У полі **Фільтр** цього вікна вибрати команду **Ручне керування** та натиснути піктограму  (**Створити**).

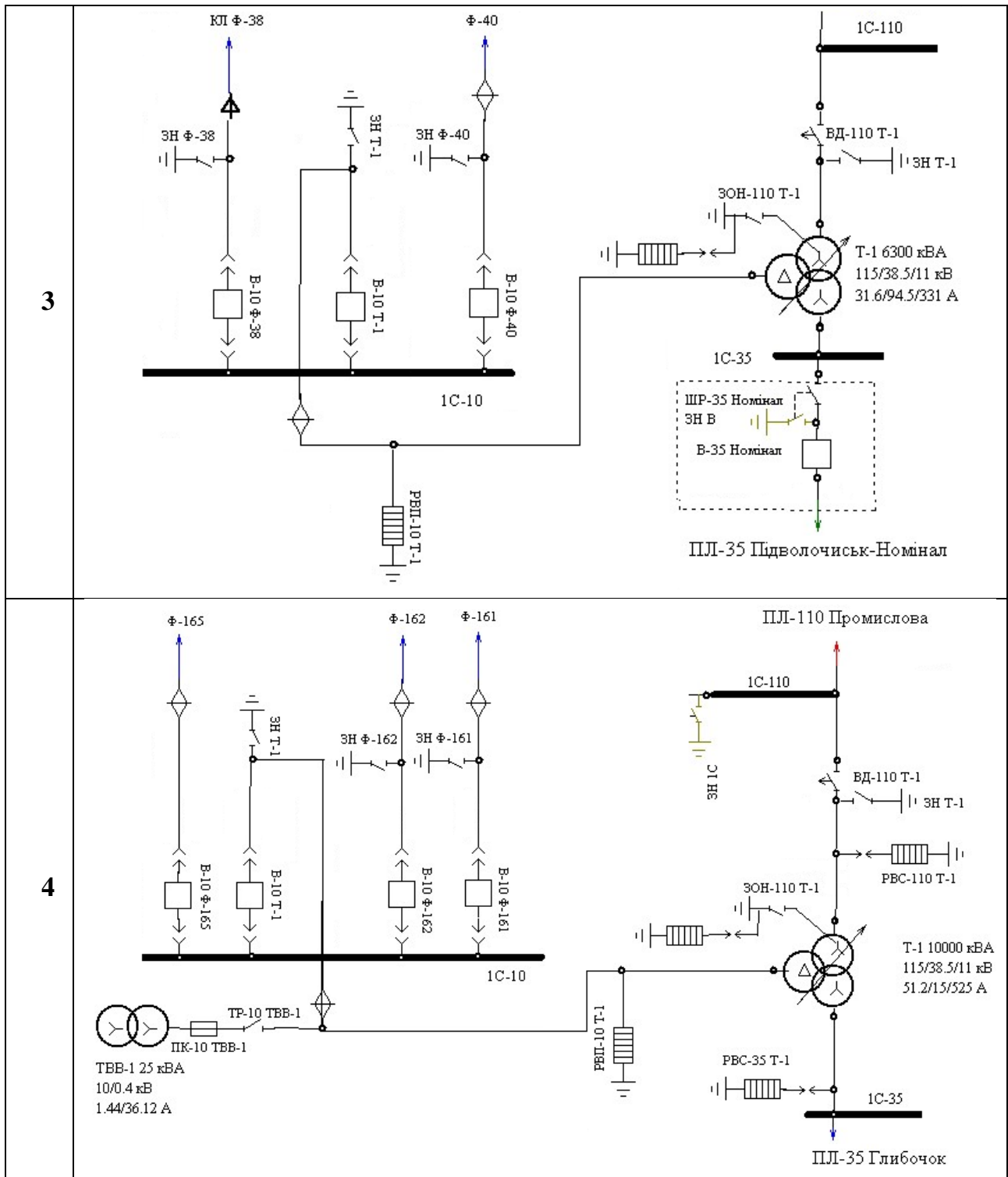
12. Перейти в меню **Загальна** та виконати команду  **Зберегти**.

13. Завантажити програму  Energy і активізувати створений проект.

14. Виконати команди керування схемою за вказівкою викладача.

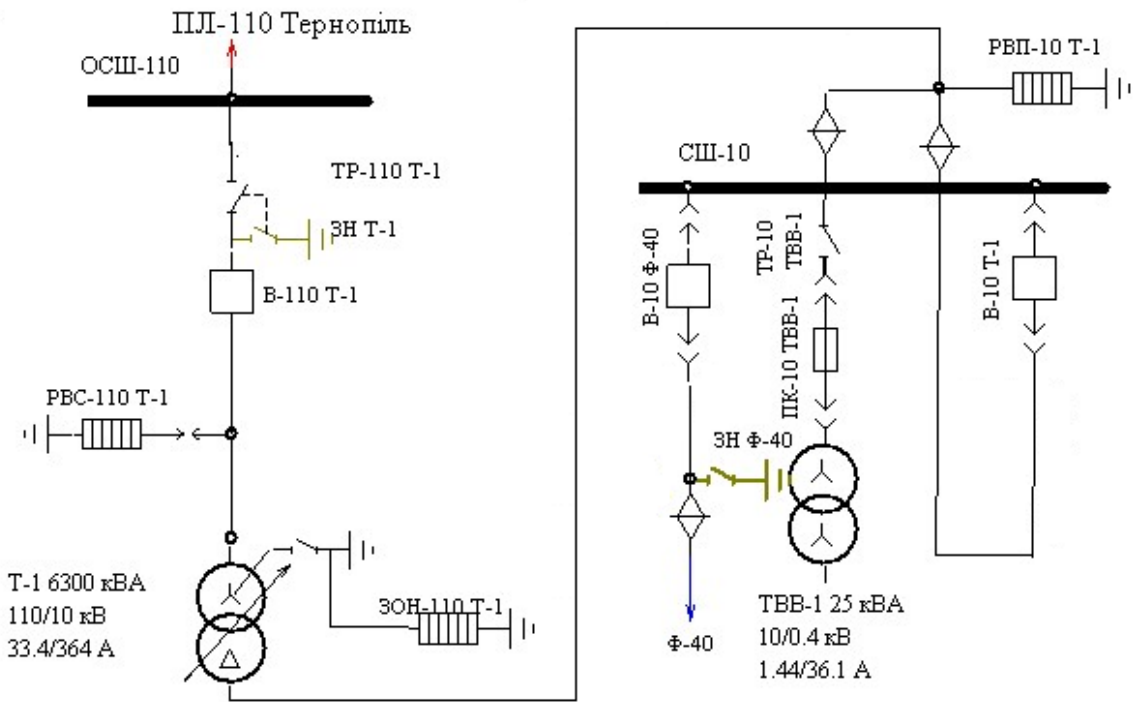
Таблиця 1 - Варіанти однолінійних схем



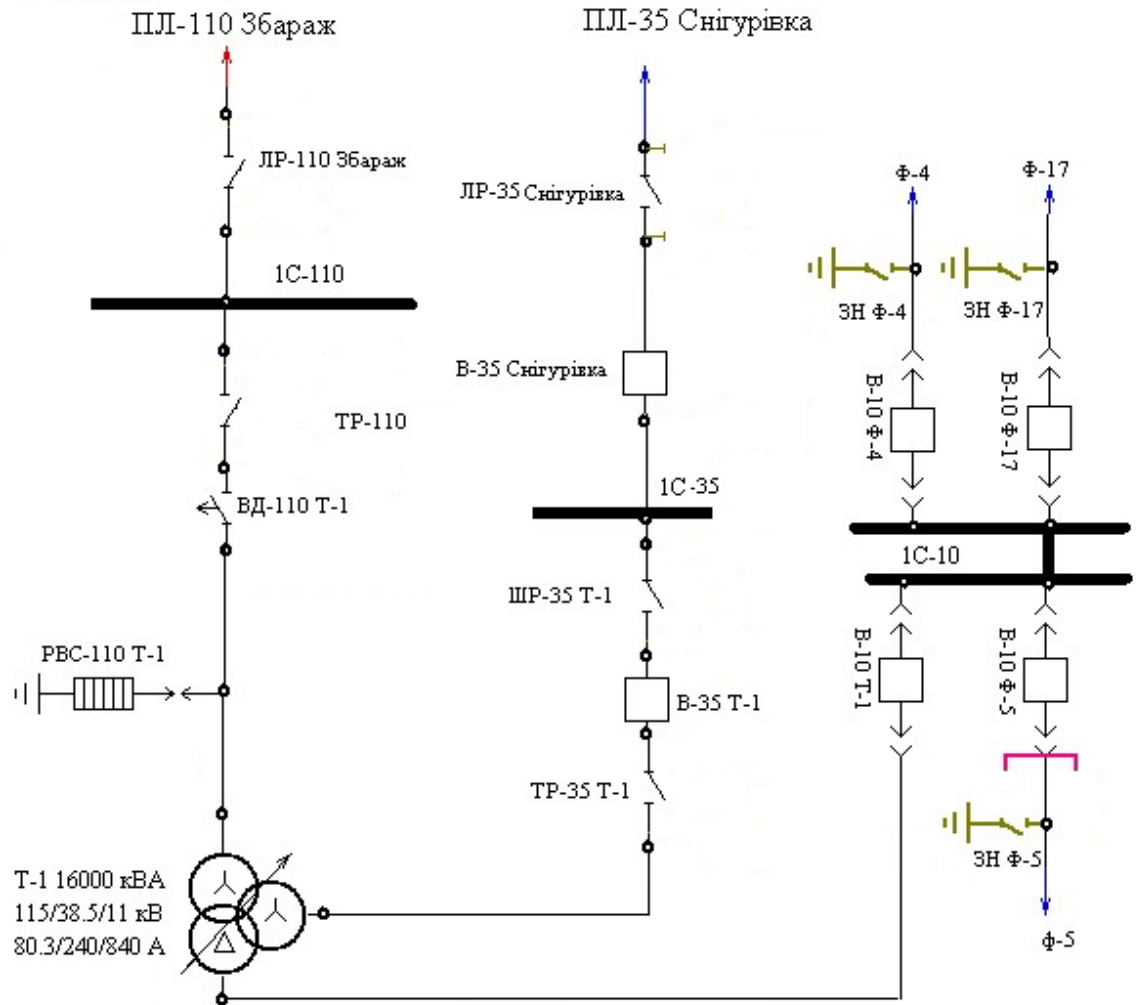


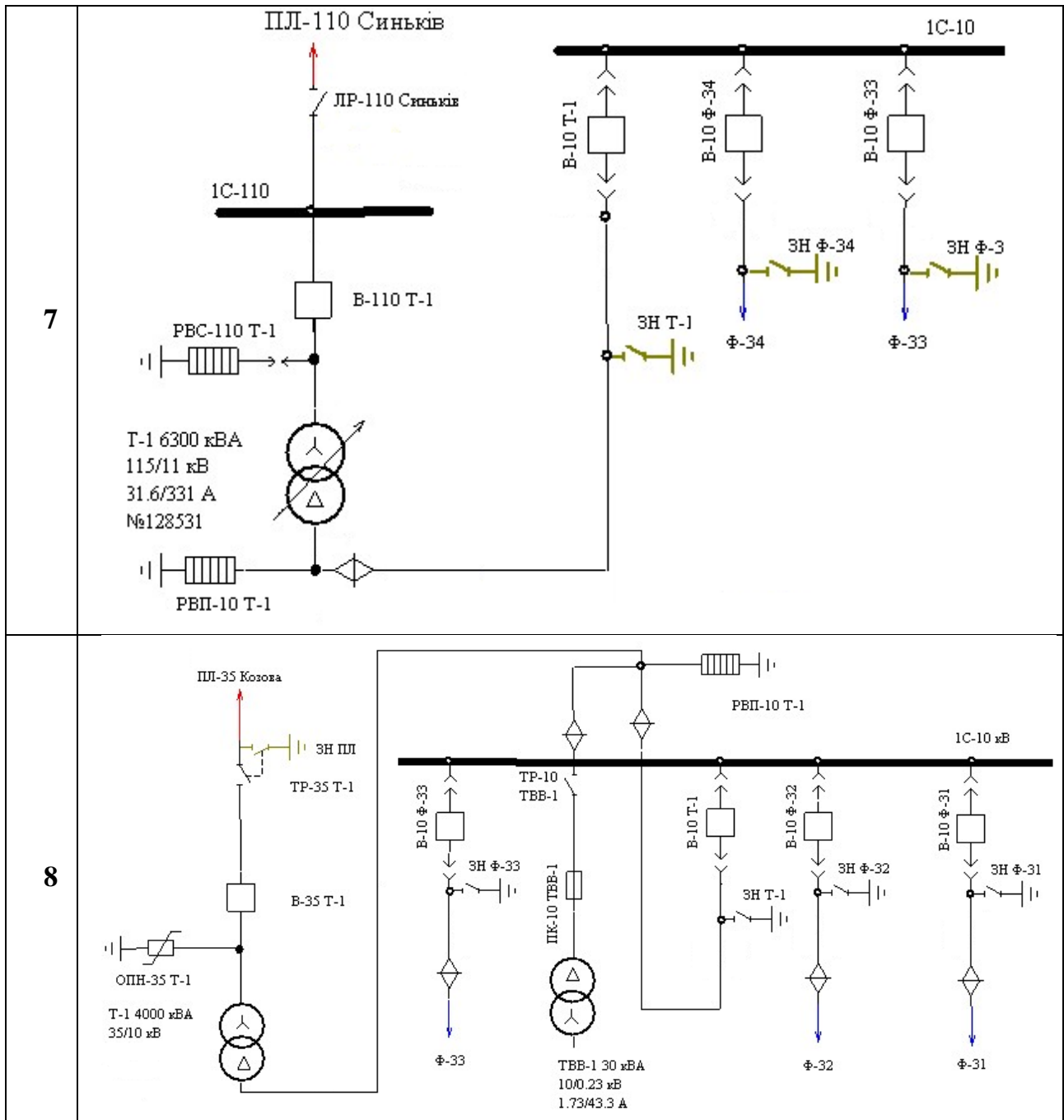


5

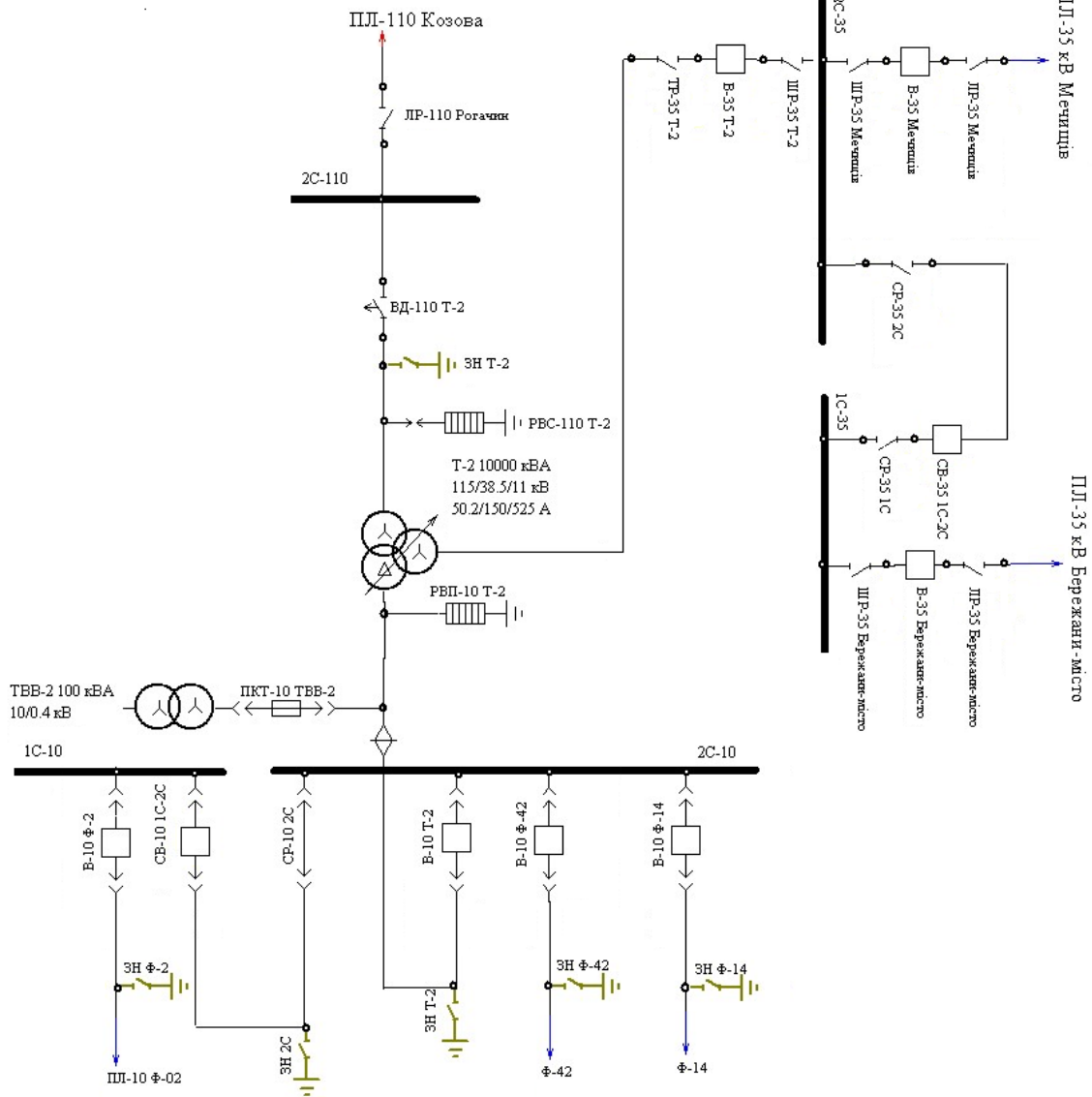


6

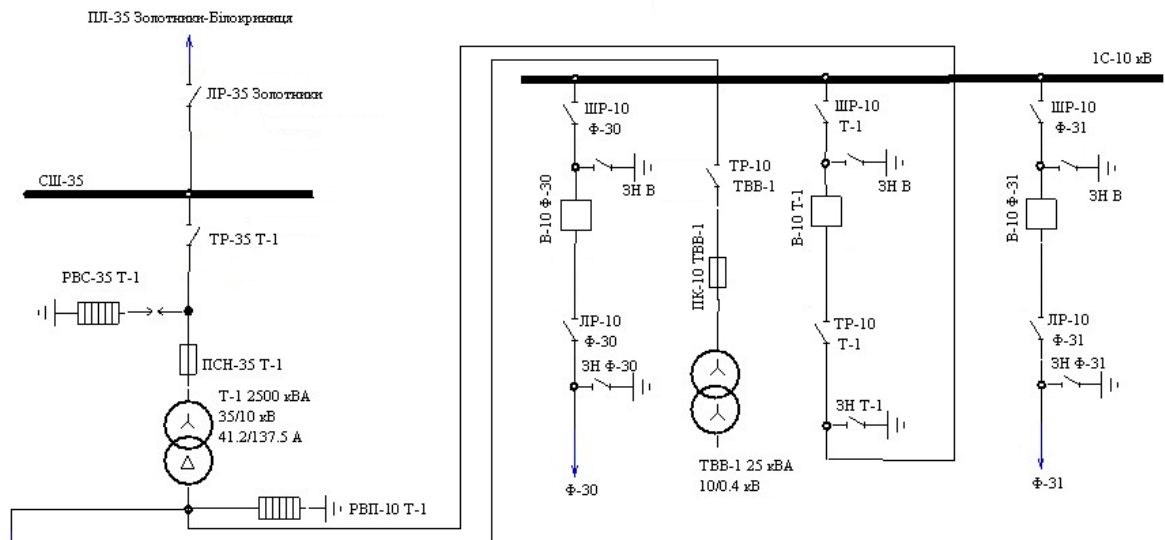


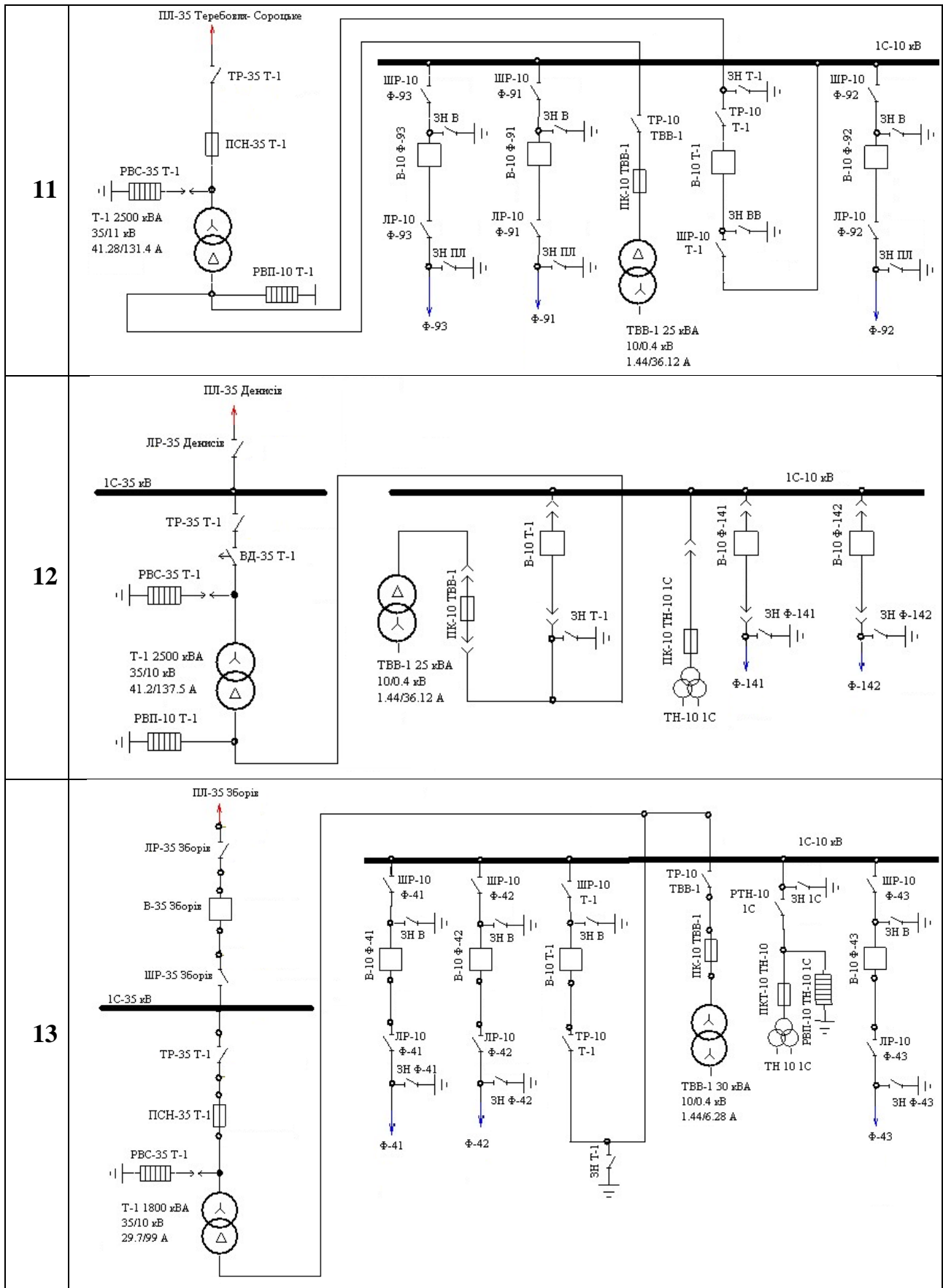


9

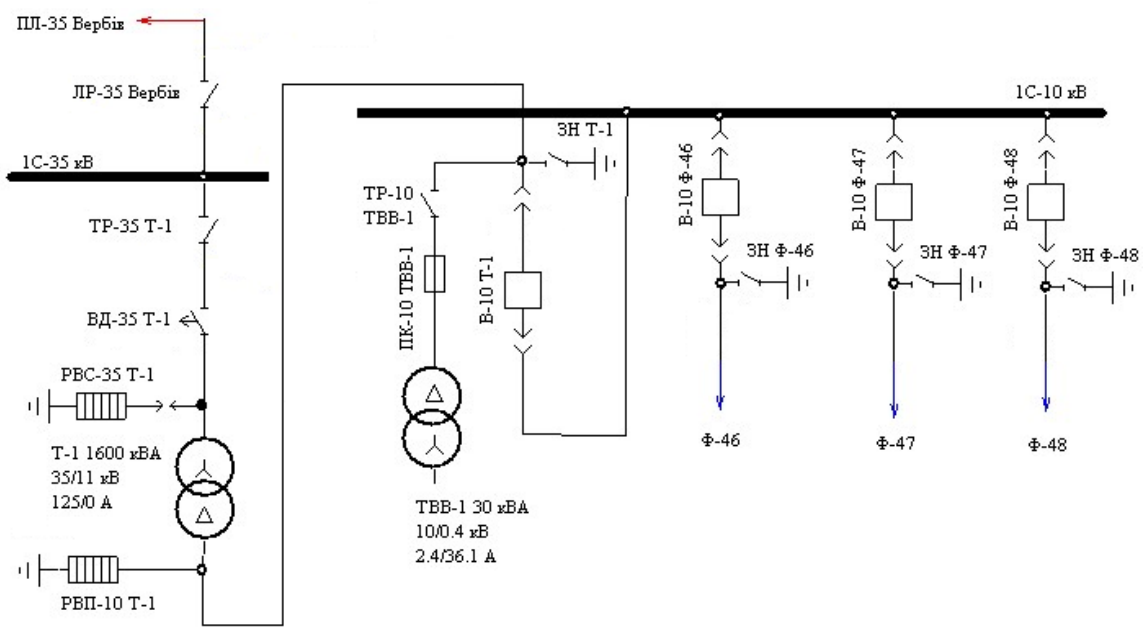


10

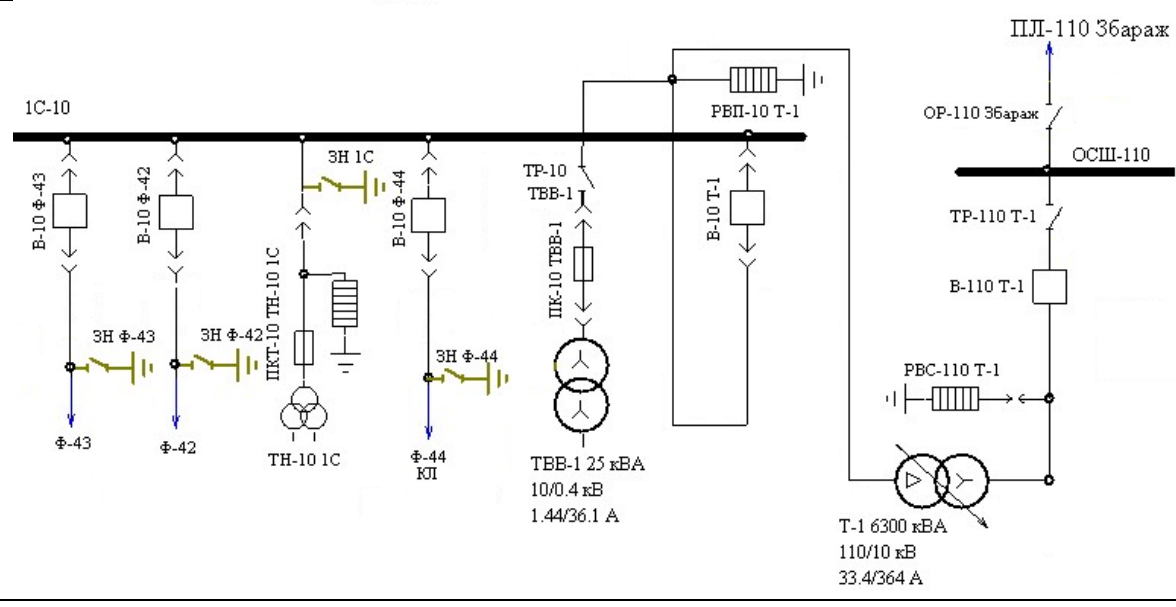




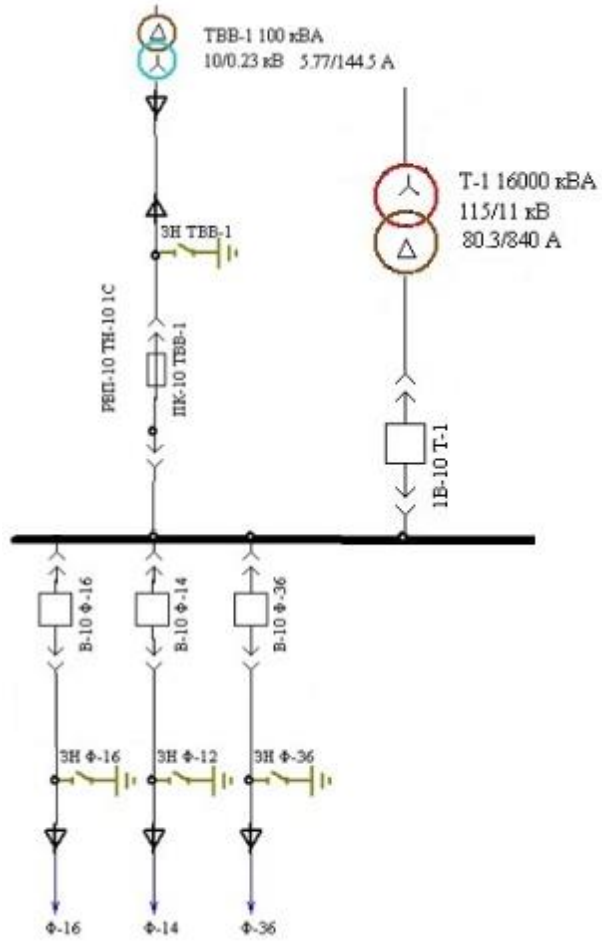
14



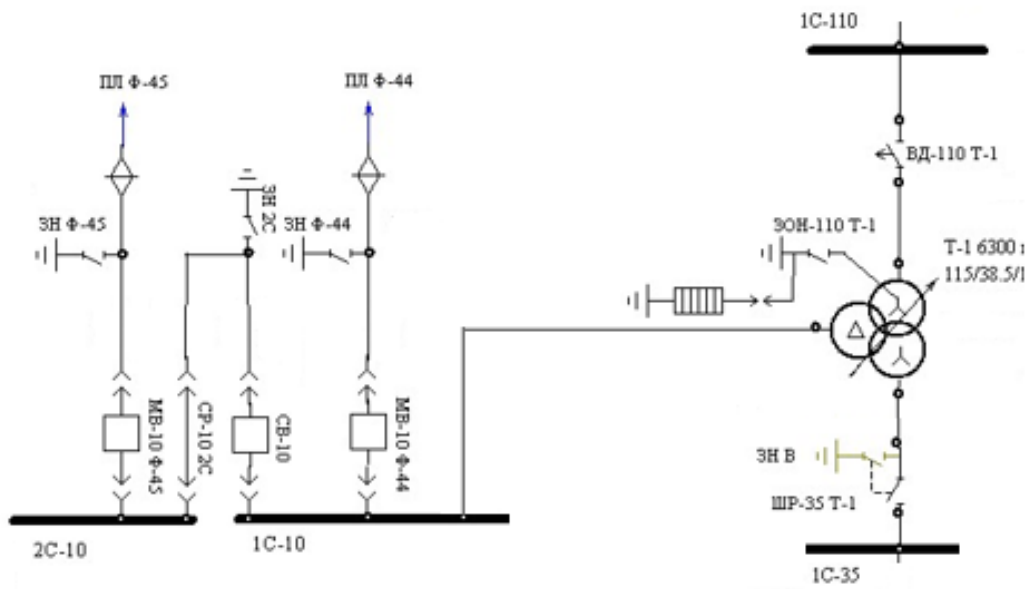
15



16



17



Таблиця 2 – Схемні компоненти

| Графічний елемент   | Назва   |
|---|---|
|    | Автоматичний вимикач                            |
|    | Роз'єднувач (нормальний стан – розімкнутий)     |
|    | Роз'єднувач (нормальний стан – замкнутий)       |
|    | Відділювач                                      |
|    | Короткозамикач                                  |
|    | Блок рубильник-запобіжник                       |
|    | Вимикач навантаження з пристроєм дугогасіння    |
|    | Вимикач навантаження                            |
|    | Рубильник                                       |
|    | Вимикач   |
|    | Роз'єднувач з заземлюючими ножами і блокуванням |
|   | Заземлюючий ніж                                 |
|  | Обмежувач перенапруги                           |
|  | Прохідний ізолятор                              |
|  | Штебсельний роз'єднувач                         |
|  | Розрядник вентиляний                            |
|  | Розрядник вентиляний                            |
|  | Іскровий проміжок                               |
|  | Запобіжник                                      |
|  | Заземлення                                      |
|  | Лінія електропередачі                           |
|  | Шина  |
|  | Вимірювальний трансформатор напруги однофазний  |
|  | Вимірювальний трансформатор напруги трифазний   |
|  | Регулювальний трансформатор                     |

| <i>Графічний елемент</i> | <i>Назва</i>                                 |
|--------------------------|--|
|                          | Триобмотковий трансформатор з РПН            |
|                          | Трансформатор з розщепленими обмотками з РПН |
|                          | Триобмотковий трансформатор                  |
|                          | Автотрансформатор                            |
|                          | Автотрансформатор з РПН                      |
|                          | Трансформатор струму                         |
|                          | Струмообмежуючий реактор                     |

## 5 Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Створений проект однолінійної електричної схеми в графічному редакторі **КомпГрафік**.
3. Послідовність виконання операцій при створенні проекту однолінійної електричної схеми в графічному редакторі **КомпГрафік**.
4. Послідовність виконання операцій при налаштуванні розробленого проекту однолінійної електричної схеми в програмному середовищі АСДК **Енергія**.



## 6 Контрольні питання

1. Для яких цілей використовується графічний редактор схем?
2. Для чого призначена програма **КомпГрафік**?
3. У чому полягає особливість програми **КомпГрафік**?
4. Які групи об'єктів використовуються в програмному комплексі?
5. Які об'єкти можна створювати в програмному комплексі **КомпГрафік**?
6. У чому полягає загальний принцип побудови схеми в програмному комплексі **КомпГрафік**?
7. Які основні елементи входять до складу робоче поля графічного редактора **КомпГрафік**?
8. Як виконують підключення бази даних в середовищі графічного редактора? Основні поля.
9. Як виконують завантаження схеми в середовищі графічного редактора? Основні складові.
10. Як здійснюється побудова схеми в середовищі графічного редактора? Основні графічні елементи.
11. Як здійснюється створення та редагування примітивів в середовищі графічного редактора?
12. Етапи створення та редагування блоків в середовищі графічного редактора.
13. Створення, вставка та редагування об'єктів в середовищі графічного редактора.
14. Робота зі з'єднаннями в середовищі графічного редактора.
15. Використання глобальних точок в середовищі графічного редактора.
16. Робота з зовнішньою бібліотекою в середовищі графічного редактора.
17. Прив'язка реального об'єкта до реальної моделі.
18. Створення та редагування реальних об'єктів в середовищі графічного редактора.

## Лабораторна робота №4

**Тема роботи:** Побудова графіків навантаження роботи однолінійної електричної схеми

**Мета роботи:** Навчитись будувати графіки електричних навантажень споживачів схеми електричної однолінійної при різних режимах роботи в середовищі навчального тренажера

### 1 Теоретична частина

Графіки електричних навантажень є однією із головних характеристик режимів роботи споживачів електричної енергії та послугують вихідним матеріалом для проведення розрахунків електричних мереж. Вони відображають характер зміни електричної величини в часі.

За електричними показниками розрізняють графіки активної, реактивної і повної потужності, а також графіки струму. Якщо навантаження створюється одним електроприймачем, графіки називають *індивідуальними* і всі його показники позначають малими літерами:  $p(t)$ ,  $q(t)$ ,  $s(t)$ , і  $i(t)$ . Коли навантаження характеризує групу електроприймачів, її графіки називають *груповими* і всі його показники позначають великими буквами:  $P(t)$ ,  $Q(t)$ ,  $S(t)$ ,  $I(t)$ . Графіки навантаження можуть бути змінними, добовими, квартальними, сезонними і річними, а також по галузях промисловості - машинобудування, хімічна, нафтопереробна, - які використовують при проектуванні систем електропостачання цих галузей.

Режими роботи електроприймачів є різноманітними і це впливає на форму результуючого і від них залежать режими роботи електроустановок: основного обладнання, ліній електропередачі та трансформаторних підстанцій. Значення і структура споживання електричної енергії мають імовірнісний характер, тому розрахункові або прогнозовані графіки відрізняються від реальних.

Побудова графіків електричних навантажень досліджуваного об'єкта дає можливість вибрати необхідні елементи систем електропостачання з їх оптимальними параметрами, а також застосувати найбільш раціональну схему електропостачання з необхідним рівнем напруги та визначити споживання активної та реактивної енергії.

Індивідуальні графіки необхідні для визначення навантажень окремих електроприймачів (наприклад, електричних печей, перетворювальних агрегатів, головних приводів прокатних станів і ін.). При проектуванні систем електропостачання промислових підприємств частіше використовуються групові графіки навантажень (вузла навантаження або підприємства в цілому), які дають можли-

вість визначити споживання активної та реактивної енергії (вузла навантаження), правильно вибрати елементи мережі живлення, а також спроектувати її раціональну схему.

У практиці проектування найбільше застосування знаходять добові і річні графіки, форма яких є різноманітною і зазвичай залежить від технологічного процесу виробництва і режиму роботи підприємства (1-, 2- або 3-змінний).

Типовий добовий графік навантаження енергосистеми має три характерні зони: базову, пікову і напівпікову. У типовому добовому графіку для зимового періоду діб ранковий пік настає в 8-9 годині, вечірній пік - в 18-19 годині, а для літнього періоду діб ранковий пік зсувається вліво - на 7-8 годину ранку, вечірній пік припадає на 22 годину з огляду на збільшення тривалості світлового дня. На основі добових графіків будується річний графік електричного навантаження за тривалістю (рис. 1).

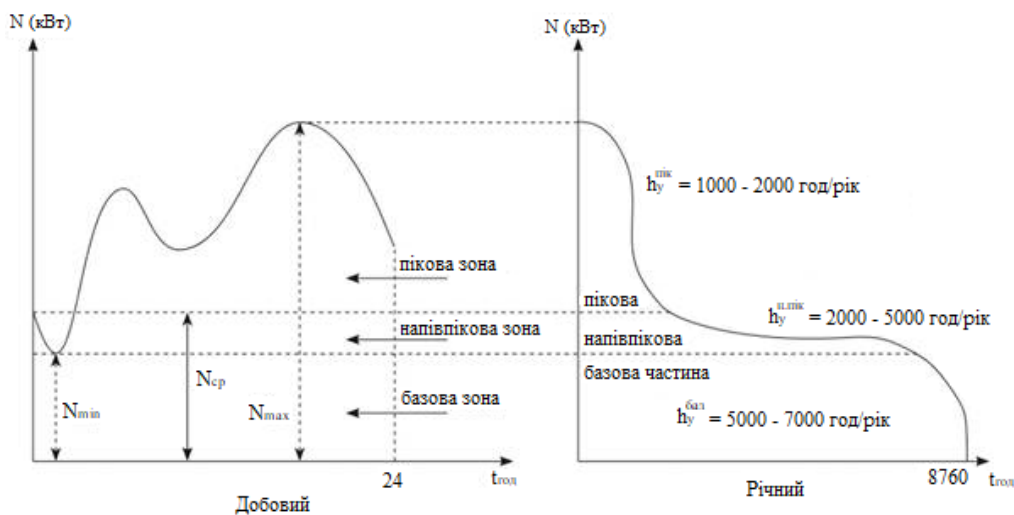


Рисунок 1. Графіки електричного навантаження енергосистеми

Графіки будують на основі розрахунків чи за показами приладів. Точки, нанесені в системі координат, з'єднуються між собою ламаними або ступінчастими лініями. Зручніше користуватися ступінчастими графіками, але при їх формуванні слід враховувати наступні умови:

- навантаження в характерних точках (мінімум, максимум) повинні мати реальні значення
- оскільки площа, обмежена графіком, пропорційна спожитій електроенергії, то і для плавного, і для ступінчастого графіку вона повинна бути однаковою;
- протягом ступеня навантаження вважають незмінним.

Електричне навантаження можна контролювати візуально за допомогою приладів і характерними величинами добового графіку є максимальне ( $P_{\max}$ ), мінімальне ( $P_{\min}$ ) та середньодобове ( $P_{\text{ср}}$ ) навантаження (рис. 2).

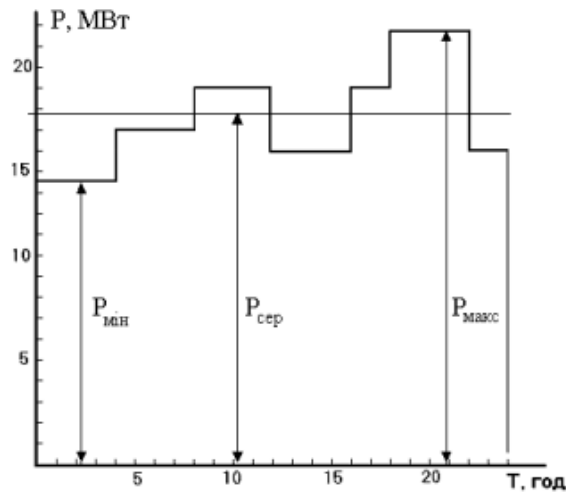


Рисунок 2. Добовий графік навантаження

Аналіз режимів електроспоживання краще виконувати на підставі добових графіків навантаження. Для побудови таких графіків навантаження енергосистеми знімають покази два рази на рік у характерні дні (зазвичай в третій декадах червня і грудня) для активного і реактивного навантаження. За даними добових графіків навантаження зими і літа можна побудувати річний графік за тривалістю. Для цього визначають спочатку тривалість сезону, потім після визначення загальної добової тривалості якого-небудь навантаження (наприклад, максимального) та множення цього числа годин на кількість днів сезону визначають тривалість навантаження протягом сезону в годинах. Такі розрахунки повторюють для кожного наступного спадного навантаження. Дані розрахунків наносять на графік, в якому на осі ординат послідовно, в спадному порядку, проставляють навантаження, а на осі абсцис – їх тривалість у годинах. Сума абсцис літнього і зимового графіків для однакових навантажень визначає тривалість навантаження за рік. Такий графік називається річним графіком за тривалістю (рис. 3).

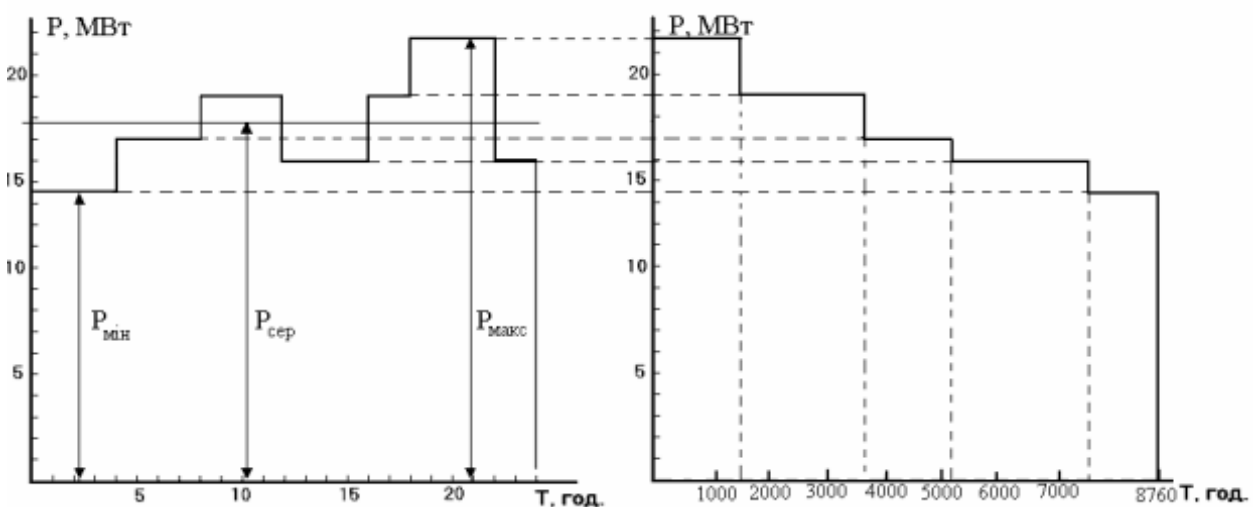



Рисунок 3. Річний графік навантаження за тривалістю

## 2 Прядок роботи з графічним редактором

Для відображення даних по вибраному об'єкту у графічному вигляді треба завантажити програмний комплекс АСДК «Енергія» та викликати команду **Графік** з вікна команд, або за допомогою піктограми  з вікна головного меню (детальний опис приведено в Лабораторній роботі №2). На рис. 4 приведено приклад побудови графіку навантаження на вибраному об'єкті.

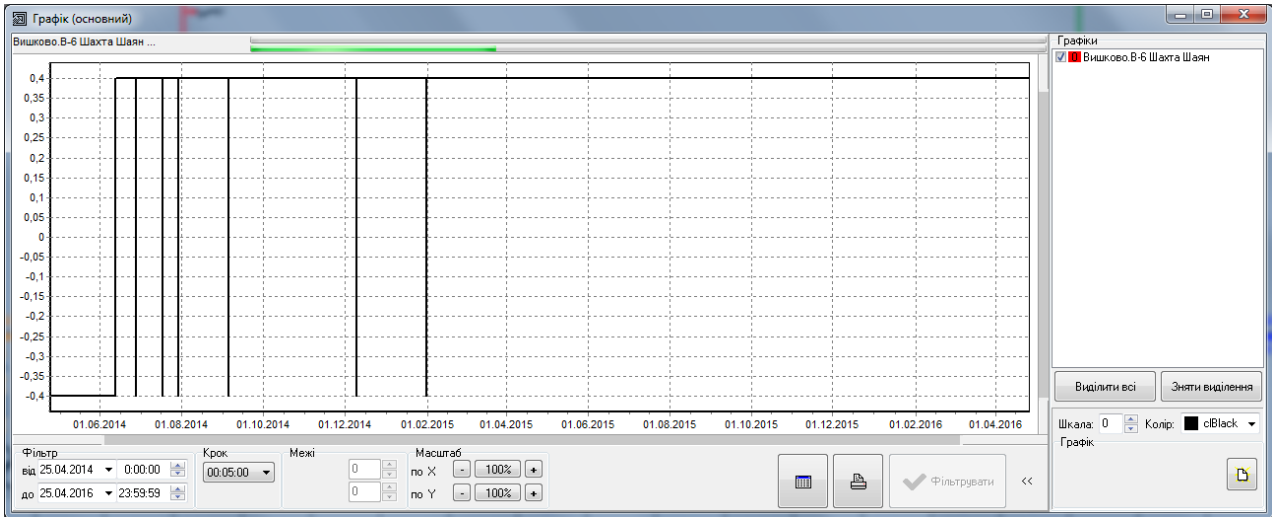


Рисунок 4. Побудова графіка навантаження за даними вибраного об'єкта

Під час завантаження даних по об'єкту зверху відображається стан процесу — прогресбар: верхній відображає загальний процес, а нижній — завантаження по вибраному об'єкту (рис. 5).

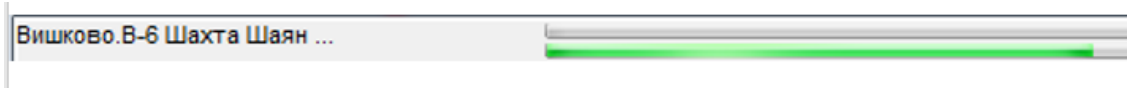


Рисунок 5. Завантаження даних по вибраному об'єкту

Основну частину вікна займає графік з даними по вибраним об'єктам (рис. 6).

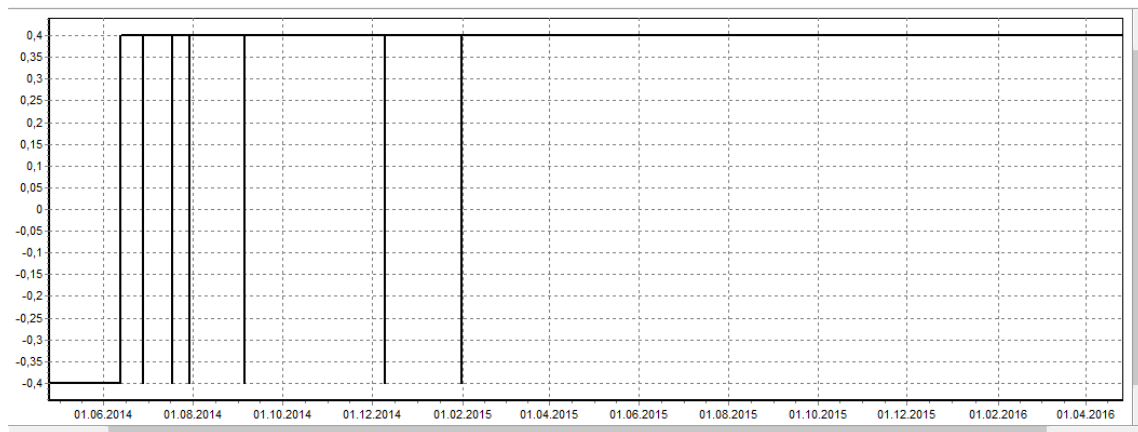


Рисунок 6. Графік з даними по вибраному об'єкту

На графіку відображається наступна інформація:

- знизу та справа є додаткові елементи для зміни масштабів зображення;
- при подвійному кліку викликається додаткова панель справа;
- зміщення координат проходить за допомогою правої клавіші миші;
- масштабування проходить за допомогою лівої клавіші:
  - а) *наблизити* - затиснули ліву клавішу миші у верхньому лівому куті квадрату, що необхідно наблизити. Перевести курсор миші у нижній правий кут. Відпустили клавішу миші;
  - б) *масштаб 100%* - затиснули ліву клавішу миші. Перевели курсор лівіше і вверх. Відпустили клавішу миші;
- натиснення лівої клавіші миші на маркері (в режимі «Маркери») — виводить координати даної точки.

Нижче наведено команди для налаштування графіків (рис. 7):

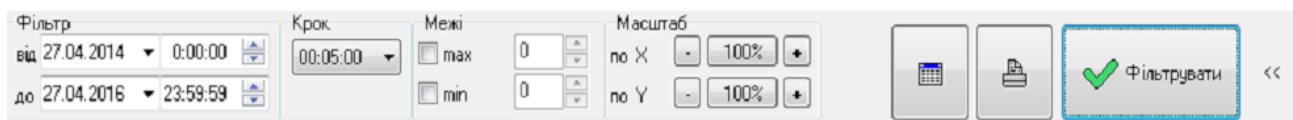


Рисунок 7. Вікно налаштування графіків

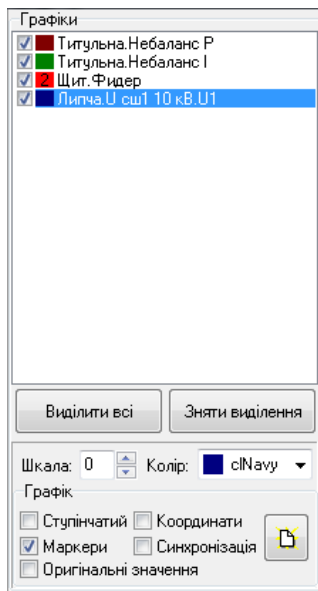
- група **Фільтр** — дозволяє виставити межі вибірки даних для відображення на графіку;
- група **Крок** — дозволяє вирівнювати дані з вказаним кроком (наприклад, вказано крок 10 с, а дані надійшли через 7 с, то точка буде перенесена з 7с на 10 с);
- група **Межі** – встановлює обмеження на максимальне (мітка **max**) чи мінімальне (мітка **min**) допустиме значення точки, щоб включити його у графік;
- група **Масштаб** – дозволяє змінювати масштаб графіків (наблизити/віддалити) по різних осях координат.
- команда **Дані у вигляді таблиці** (📅) - викликає діалог зі звітом по даних, що використані у графіку (звіт формується по виділеному у списку об'єкту);

| Дата       | Час      | Значення   |
|------------|----------|------------|
| 04.06.2014 | 17:38:08 | 10434,1992 |
| 04.06.2014 | 17:43:55 | 10434,5996 |

- команда **Роздрукувати** (🖨️) – виконує вивід графіка на принтер;
- команда **Фільтрувати** (✅ Фільтрувати) – виконує вибірку згідно встановлених параметрів фільтрування.

Справа виведена додаткова панель (**Графіки**), на якій зверху вниз відображено наступне:

- перелік об'єктів, по яких завантажені дані. Мітками відзначаються дані по тих об'єктах, які потрібно вивести у звіт. Керування даним переліком проходить



через контекстне меню (*стерти графік з переліку, зберегти перелік, завантажити збережений перелік*);

- команди **Виділити всі**, **Зняти всі** – виконує встановлення або зняття міток в переліку об'єктів;

- налаштування кольорів графіків по об'єктам (параметр встановлюється для об'єкта виділеного у переліку об'єктів (Колір: clNavy ));

- зміщення осі ординат (вісь 0Y) від початку графіку у відсотках (Шкала: 0) — використовується для аналізу графіків у різних вікнах в режимі **Синхронізація**;

- команда **Нове вікно** () - створює нове порожнє вікно графіку.

- мітки режимів роботи графіка (рис. 8):

а) Ступінчатий — виводити графік у ступінчастому вигляді;

б) Маркери — показувати точки, за якими побудований графік;

в) Координати — вивести знизу панель, що вказує значення точки на графіку, при наведенні курсора на неї;

г) Оригінальні значення — будувати графік за значеннями переданими з обладнання без врахування коефіцієнтів;

д) Синхронізація — встановлює режим, при якому границі графіків на всіх вікнах встановлюються однаковими. Це використовується для одночасного аналізу показів від різних об'єктів при неможливості його проведення у одному вікні (наприклад, різні порядки величин: струм в А, напруга у кВ).

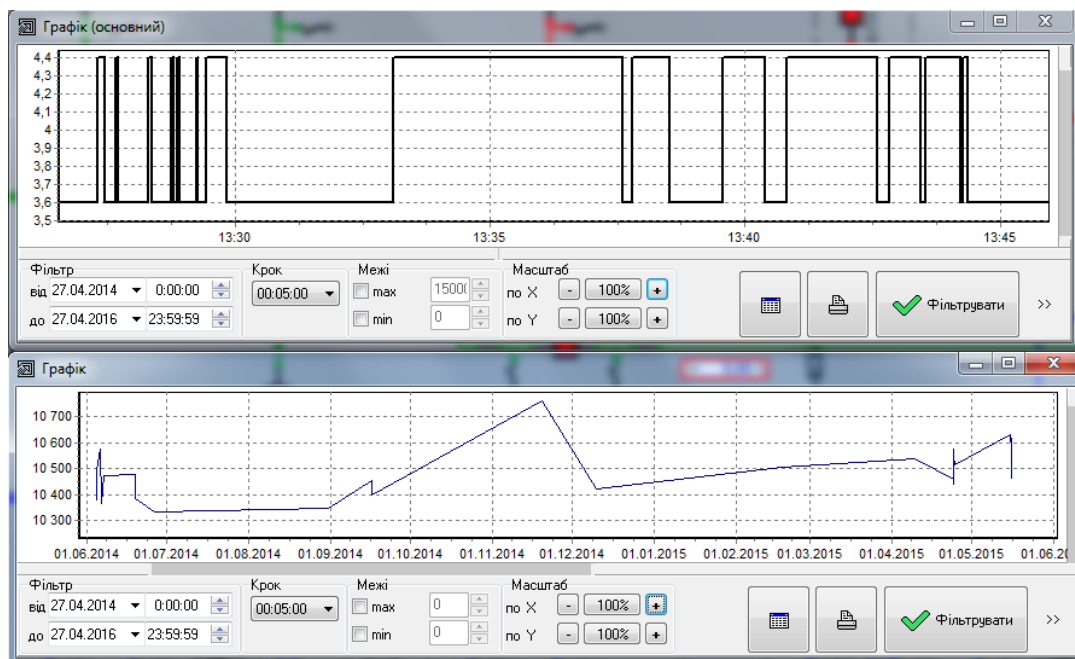



Рисунок 8. Приклад побудови графіків навантаження

### 3 Порядок виконання роботи

1. Ввімкнути комп'ютер АРМ та завантажити з робочого стола програму віртуальної емуляції електричних навантажень **EnEmulator** (  ), вікно якої приведене на рис. 9.

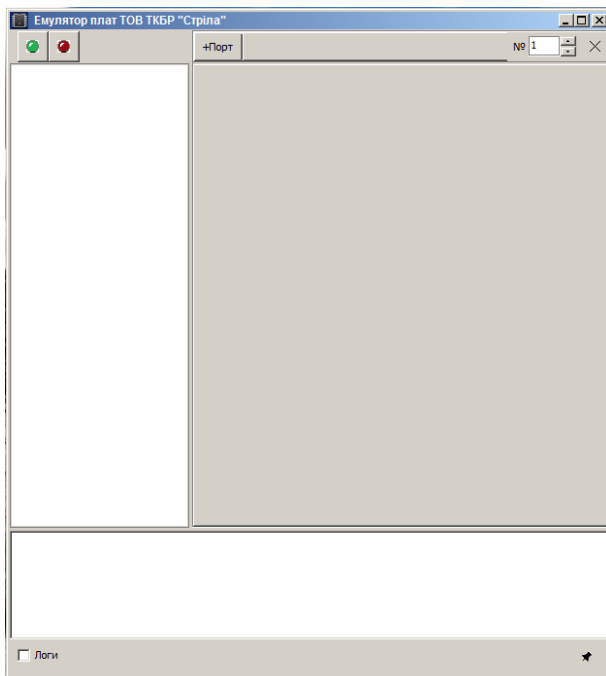



Рисунок 9. Вікно програми емуляції електричних навантажень

2. Активізувати графічне меню **+Порт**, в результаті чого в лівій колонці вікна з'явиться активний порт для зв'язку з обладнанням начального тренажера (рис. 10).



Рисунок 10. Активізація порту зв'язку з обладнанням

3. Переводимо маніпулятор мишки на піктограму  Порт 1, в результаті відкриється робоче вікно, яке приведене на рис. 11.

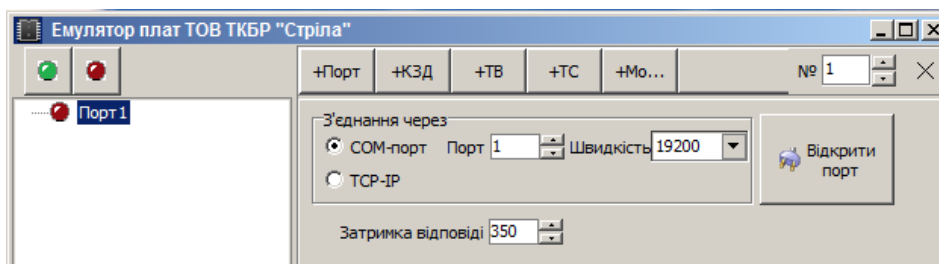
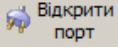



Рисунок 11. Початкове вікно налаштування параметрів з'єднання



4. Даліше необхідно встановити значення порту №6 (Порт 6), яке відповідає системним налаштуванням автоматизованого робочого місця та виставити значення швидкості обміну між обладнанням 115200 (Швидкість 115200) і натиснути піктограму  для активізації фізичного порту автоматизованого робочого місця. Після відкриття порту потрібно підключити дві віртуальні плати телевімірювання – два рази натиснути піктограму . В даній лабораторній роботі фізична плата (ТВ1) використовується для зв'язку обладнання контрольованого пункту (КП) з навчальним тренажером, який виступає в ролі диспетчерського пункту (ДП) або пункту управління (ПУ). При правильно виконаному налаштуванні індикатори порту і плати мають мати зелений колір (рис. 12).

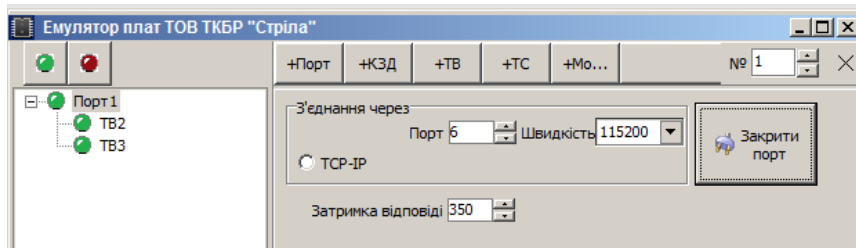


Рисунок 12. Вікно налаштування після встановлення параметрів

5. Перейти на віртуальну плату ТВ2 (рис. 13). У полі **Значення** виставити всі **0**, у полі **Динамічні значення** виставити значення **Періоду** та його інтервал (**значення: від ... до**) відповідно до варіантів завдань, які приведені в табл. 1.

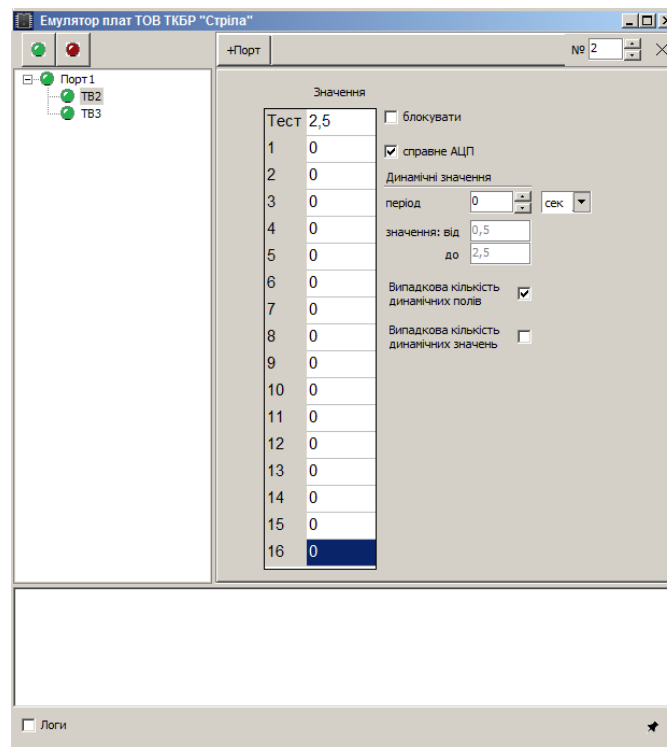
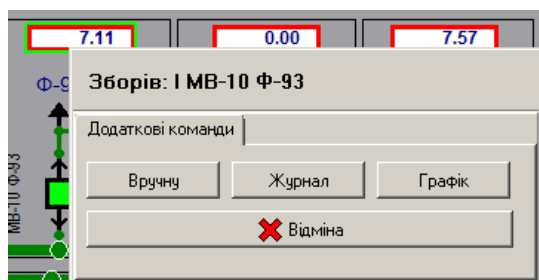


Рисунок 13. Вікно налаштування віртуальної плати телевімірювання

6. Аналогічні налаштування виконати для плати ТВ3.

7. Ввімкнути диспетчерський мнемощит.
8. Завантажити програмний комплекс моделі-тренажера «Стріла» (2).
9. Підключити для дослідження схему модельованої підстанції (рис. 14).
10. Для кожного отриманого значення фідера побудувати графік навантаження та загальний графік навантаження на секціонованій шині. Для цього потрібно мишкою стати на вікно показів фідера, правою клавішею викликати контекстне меню і активувати графічну клавішу **Графік**. Процес побудови графіків навантаження описано в



теоретичних відомостях до цієї лабораторної роботи.

Таблиця 1 - Варіанти вихідних даних

| <i>№ вар.</i> | <i>Робота трансформаторів 110 кВ</i> | <i>Фідери навантаження</i>  | <i>Період, сек.</i> | <i>Значення періоду, А</i> |
|---------------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|
| 1             | T1                                   | Ф-93, Ф-5, Ф-7, Ф-16, Ф-14  | 4                   | 12...18                    |
| 2             | T1, T2                               | Ф-3, Ф-91, Ф-11, Ф-8, Ф-6   | 5                   | 10...14                    |
| 3             | T2                                   | Ф-3, Ф-5, Ф-7, Ф-12, Ф-15   | 3                   | 11...16                    |
| 4             | T1, T2                               | Ф-4, Ф-9, Ф-94, Ф-15, Ф-17  | 4                   | 14...20                    |
| 5             | T1                                   | Ф-91, Ф-11, Ф-14, Ф-8, Ф-6  | 5                   | 10...17                    |
| 6             | T1, T2                               | Ф-3, Ф-7, Ф-9, Ф-8, Ф-18    | 3                   | 9...15                     |
| 7             | T2                                   | Ф-93, Ф-91, Ф-7, Ф-14, Ф-6  | 2                   | 6...12                     |
| 8             | T1, T2                               | Ф-4, Ф-9, Ф-12, Ф-17, Ф-6   | 6                   | 13...19                    |
| 9             | T1                                   | Ф-91, Ф-7, Ф-16, Ф-15, Ф-17 | 5                   | 8...14                     |
| 10            | T1, T2                               | Ф-3, Ф-5, Ф-11, Ф-16, Ф-14  | 4                   | 12...21                    |
| 11            | T2                                   | Ф-4, Ф-11, Ф-18, Ф-15, Ф-17 | 3                   | 8...15                     |
| 12            | T1, T2                               | Ф-93, Ф-91, Ф-98, Ф-8, Ф-6  | 5                   | 6...12                     |
| 13            | T1                                   | Ф-91, Ф-7, Ф-9, Ф-12, Ф-17  | 2                   | 10...19                    |
| 14            | T1, T2                               | Ф-3, Ф-5, Ф-7, Ф-16, Ф-15   | 6                   | 11...17                    |
| 15            | T2                                   | Ф-94, Ф-9, Ф-94, Ф-18, Ф-6  | 3                   | 9...14                     |

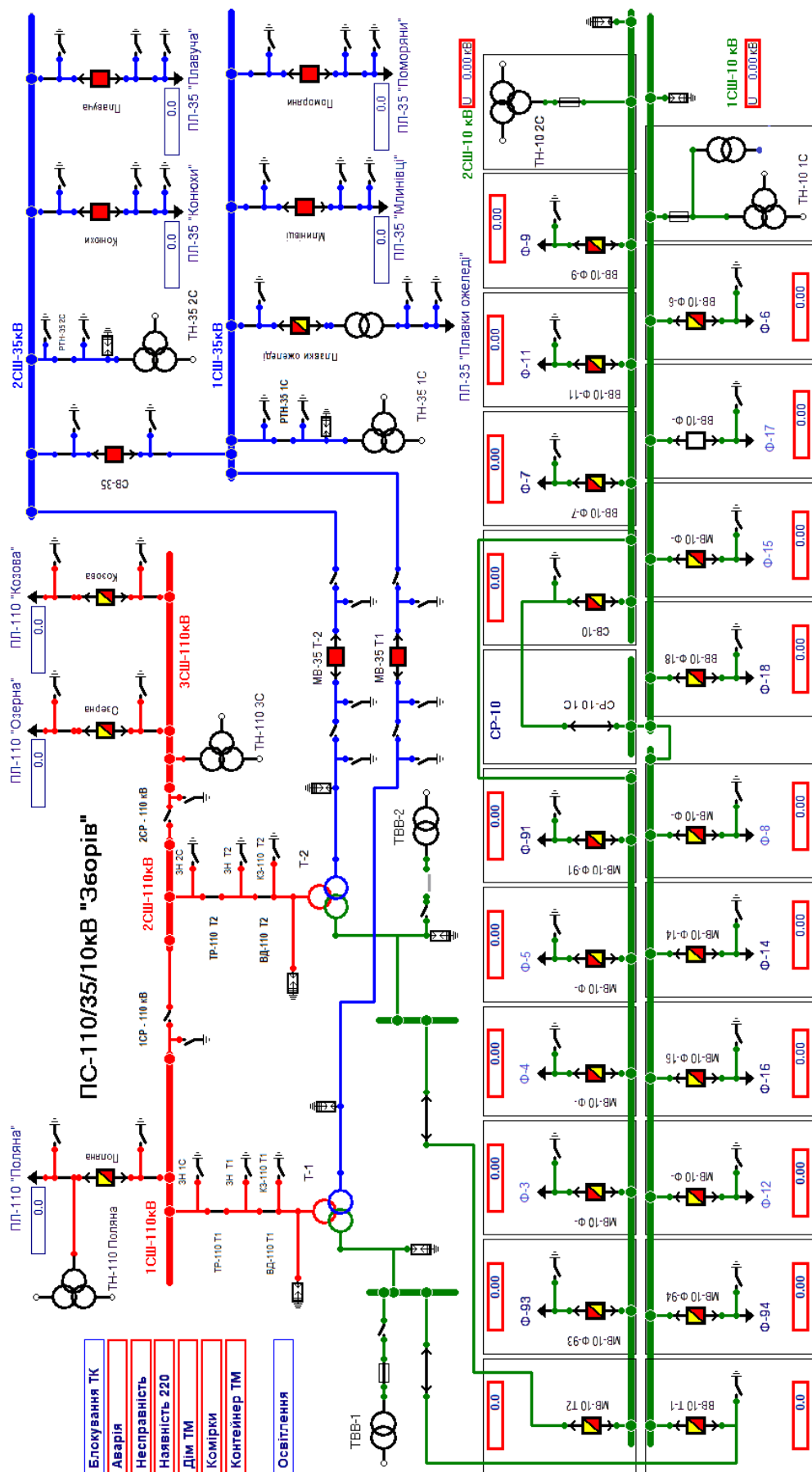


Рисунок 14. Однолінійна схема для дослідження електричних навантажень

## 4 Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Послідовність підключення емулятора навантаження з даними свого варіанту.
3. Фрагмент схеми однолінійної електричної з ввімкненими фідерами згідно свого варіанту.
3. Графіки електричних навантажень по кожному фідеру і на секційних шинах 10 кВ.

## 5 Контрольні питання

1. З якою метою використовують графіки електричних навантажень?
2. Які розрізняють графіки за електричними показниками?
3. У чому полягає відмінність між індивідуальними і груповими графіками електричних навантажень? Якими можуть бути ці графіки?
4. У чому полягає відмінність між розрахунковими і реальними графіками електричних навантажень?
5. З якою метою будують графіки електричних навантажень досліджуваного об'єкта?
6. Коли використовують індивідуальні, а коли групові графіки електричних навантажень?
7. Що собою представляє добовий графік навантаження?
8. Які особливості враховують при побудові ступінчастих графіків навантаження?
9. Які графіки використовують для аналізу режимів електроспоживання?
10. Який графік можна побудувати за даними добових графіків навантаження зимового і літнього періодів?

## Лабораторна робота №5

**Тема роботи:** Способи управління електропостачанням та виконавчими механізмами в середовищі лабораторного тренажера

**Мета роботи:** Навчитись складати схеми виконавчих механізмів, підключати їх до системи телемеханіки, здійснювати приймання/передавання інформації та керування з використанням різних режимів.

### 1 Теоретична частина

Об'єднана енергосистема складається з великої кількості взаємопов'язаних об'єктів електроенергетики, які розосереджені на великій території і розташовані на значних відстанях один від одного. Тому для централізованого дистанційного керування розподілом та споживанням електроенергії у реальному часі необхідно застосовувати засоби телемеханіки. Режими роботи всіх об'єктів такої системи мають бути узгодженими між собою та забезпечувати електроенергетичний баланс, якість електроенергії та надійність, оскільки розбалансування енергосистеми може спричинити аварійні ситуації, виходу з ладу виробничого обладнання, бракування продукції та економічні збитки від вимушених простоїв. Відповідно зростають вимоги до енергосистеми щодо кількості і якості вироблюваної енергії та надійності електропостачання, які можуть реалізовані впровадженням високої організації процесу управління на базі сучасних засобів телемеханіки, пристроїв автоматики та релейного захисту. Особливу роль в цьому випадку відводиться узгодженим діям персоналу диспетчерських пунктів, які обладнані засобами передачі, обробки та візуалізації оперативної інформації.

Особливого значення телемеханіка набуває у зв'язку зі створенням автоматизованих систем управління, зокрема автоматизованих систем управління технологічним процесом в електроенергетиці. Наприклад, в енергетиці вважають за краще використовувати слово *телемеханіка*, на промислових підприємствах – автоматизовані системи управління технологічним процесом. В англійських джерелах аналогом поняття *телемеханіка* є скорочення SCADA - *Supervisory Control And Data Acquisition* - диспетчерське управління і збір даних, в яке вкладається, по суті, той же зміст.

У програмному забезпеченні спостерігається тенденція до стандартизації програмних інтерфейсів систем збору даних та обробних програм (технологія OPC), зростає потреба експорту зібраних даних у спеціалізовані програми (розрахунки режимів, планування, автоматизованих робочих місць фахівців). В умовах ускладнення систем підвищується роль засобів діагностики та налаштування.

З технічного боку в таких системах все частіше використовуються сучасні швидкісні канали зв'язку (оптоволокну, Ethernet) і бездротові технології (наприклад, транкінговий і стільниковий зв'язок). Разом з тим зберігається потреба стикування з морально (а іноді і фізично) застарілими системами, зі збереженням їх протоколів зв'язку, що реалізовано в цій лабораторній роботі. На контрольованих об'єктах все частіше виникає необхідність стикування з локальними технологічними системами.

Особливо важливу роль відіграють модулі телеуправління, модулі телесигналізації та так звані контролери приєднання саме в енергетичній галузі, яка є унікальною порівняно з іншими виробничими галузями, оскільки вимагає чіткої та узгодженої діяльності між постачальниками та споживачами готової продукції. Так як продукцією є електроенергія, то всі великі виробники та споживачі повинні бути об'єднані в єдину систему, для вирішення завдань управління та координації якої необхідні сучасна автоматика та телемеханіка.

Якщо говорити загалом, то всі системи телемеханіки є системою передачі даних. Вони складаються з сукупності технічних засобів (модулі телесигналізації, управління, модулі телевимірювання, модулі дискретної сигналізації і ін.), які повинні забезпечити передачу інформації від джерела до робочого органу та виконання всіх покладених на неї функцій.

## **2 Організація передавання та приймання інформації на базі лабораторного тренажера**

Розглянемо основні поняття, що використовуються в телемеханічних системах, на прикладі класичної дворівневої системи, яка реалізована в навчальному тренажері лабораторії «Телеметрії та дистанційного керування енергооб'єктами» кафедри електричної інженерії (рис. 1).

Контроль та управління системою здійснюють з Пункту управління (ПУ), де знаходиться диспетчер, апаратура телемеханіки, ЕОМ, мнемощит. Об'єкти контролю та управління знаходяться на Контрольованому пункті (КП) - одному або декількох. Взаємодія між ПУ та КП відбувається по каналу зв'язку - це може бути проста фізична лінія, оптоволокну, виділений телефонний канал, радіо-канал тощо. При підключенні одного каналу зв'язку кількох КП кожен із них повинен мати унікальний номер. Часто під ПУ та КП мають на увазі саму апаратуру телемеханіки.

Дані між ПУ та КП передають короткими масивами, які називають кадрами, посилками. Посилки разом з даними містять адресну частину і перевірочний код для виявлення спотворень в процесі передачі. Адреса повинна однозначно ідентифікувати вимірюваний параметр в рамках всієї системи, наприклад,

номер контролера ПУ - номер КП - номер групи в КП - номер параметра в групі.  
 Для захисту даних зазвичай використовують один із варіантів підрахунку контрольної суми.

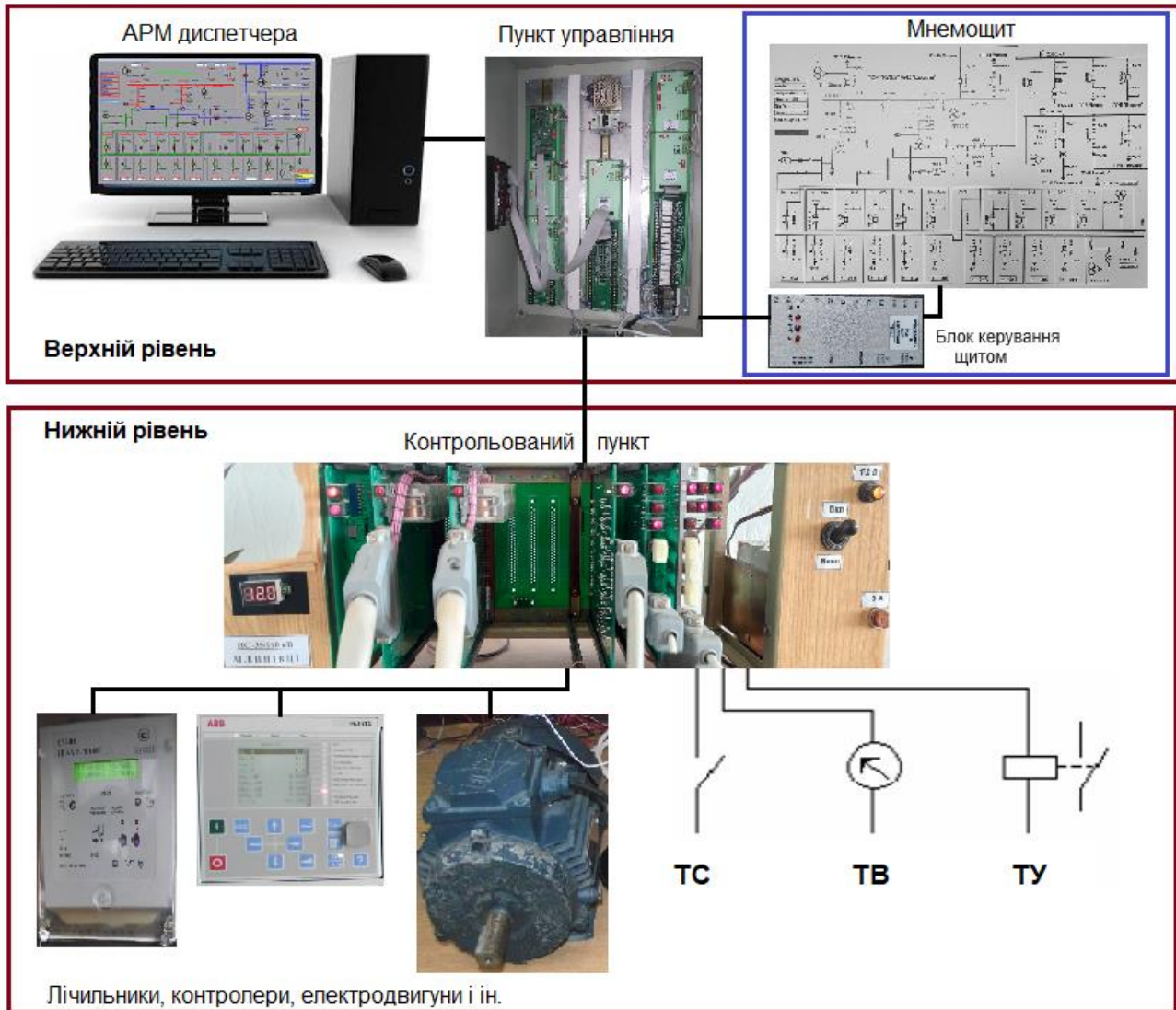


Рисунок 1. Дворівнева система передачі та прийому телемеханічних сигналів на базі лабораторного навчального тренажера

Спосіб кодування даних та порядок обміну посилками зазвичай називають протоколом обміну. Однією з основних вимог під час виборів протоколу є його надійність, тобто здатність передавати дані без спотворень та можливість повторної передачі у разі збою.

Апаратура телемеханіки (контролер) на КП збирає інформацію про об'єкт за допомогою датчиків і перетворювачів.

За необхідності втручання у хід контрольованого процесу диспетчер з допомогою ЕОМ видає систему команду телеуправління (ТУ). З ЕОМ команда надходить на контролер ПУ, який передає її потрібному КП. Контролер КП при отриманні команди перевіряє її достовірність, видає електричний сигнал для

включення виконавчого механізму (наприклад, запуск електродвигуна), передає на ПУ інформацію про виконання команди. Команди ТУ зазвичай двопозиційні: ТУ-Ввімкнути та ТУ-Вимкнути.

Сучасні контролери КП можуть отримувати інформацію не тільки з датчиків та перетворювачів, але і з різних мікропроцесорних пристроїв, наприклад, приладів обліку, струмових захистів. Для стикування з такими пристроями застосовують один з локальних інтерфейсів, наприклад, RS-485. Інформаційний обмін може також здійснюватися відбувається з одного із сумісних протоколів, наприклад, Modbus.

### 3 Реалізація способів управління виконавчими механізмами

В даній лабораторній роботі необхідно буде виконати управління виконавчими механізмами (електродвигун, вентилятор, електричні лампи освітлення і ін.) за допомогою класичної дворівневої системи навчального лабораторного тренажера (рис. 1), використовуючи локальний інтерфейс наприклад RS-485 (вита пара), радіоканал та мережу Ethernet.

При виконанні цієї лабораторної роботи студенти працюють спільною командою, розподіляючи роль диспетчерів верхнього і нижнього рівня системи управління електропостачанням.

Перед виконанням основних завдань – способів реалізації управління виконавчими механізмами – студенти повинні самі зібрати робочі схеми, які потім будуть підключені до системи телемеханіки.

Оскільки в телемеханіці використовуються імпульсні сигнали, то для повного розуміння та практичного засвоєння лекційного матеріалу пропонується зібрати схему імпульсного *ввімкнення/вимкнення* світлодіодної стрічки на базі двох нормально розімкнутих кнопок і двох реле з «сухими контактами» (рис.2).

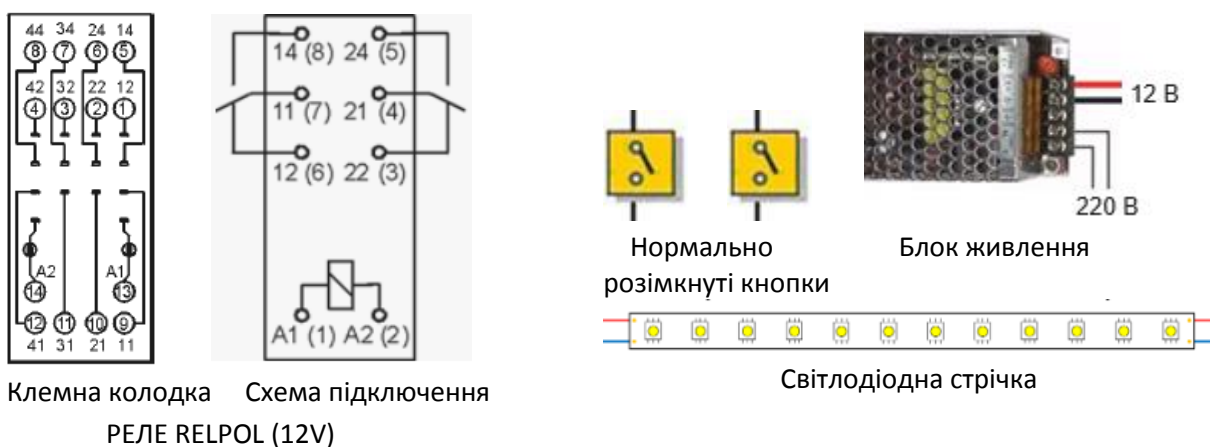


Рисунок 2 – Набір елементів для схеми імпульсного ввімкнення/вимкнення світлодіодної стрічки



Наступна схема лабораторної роботи являє собою імітацію системи вентиляції на базі однофазного електричного двигуна, як в подальшому потрібно буде підключити до навчального лабораторного тренажера (набір елементів для реалізації цієї схеми приведено на рис. 3).



Рисунок 3 – Набір елементів для схеми системи вентиляції

Для реалізації роботи з виконавчими механізмами, які працюють в трифазних мережах, пропонується зібрати схему реверсного режиму роботи трифазного асинхронного двигуна і як в подальшому потрібно буде підключити до навчального лабораторного тренажера (рис. 4).

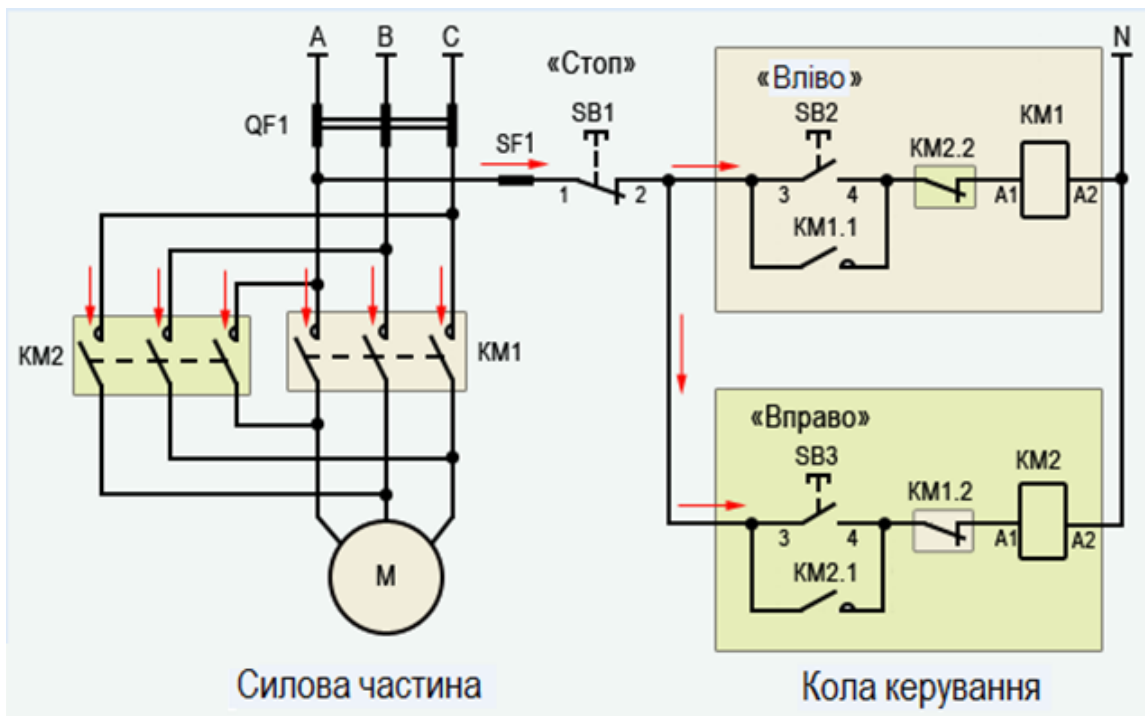


Рисунок 4 – Реверсна схеми керування асинхронним двигуном

### 3.1 Керування виконавчими механізмами за допомогою локального інтерфейсу RS-485

Під час виконання цього завдання студенти працюють командою, виконуючи завдання на автоматизованих робочих місцях нижнього рівня (ПС «Млинівці», ПС «Зборів», ПС «Озерна») та верхнього рівня (диспетчер об'єднаної мережі). Для зв'язку з контрольованими пунктами (ПС) використовується локальний інтерфейс RS-485 (вита пара).

#### Порядок виконання завдання (ПС «Млинівці»)

1. Завантажити програму управління підстанцією «Млинівці» (рис. 5).

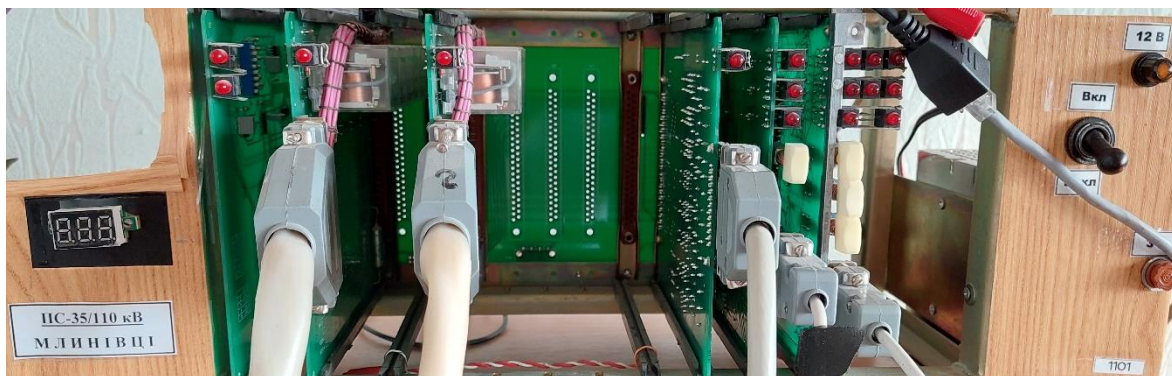
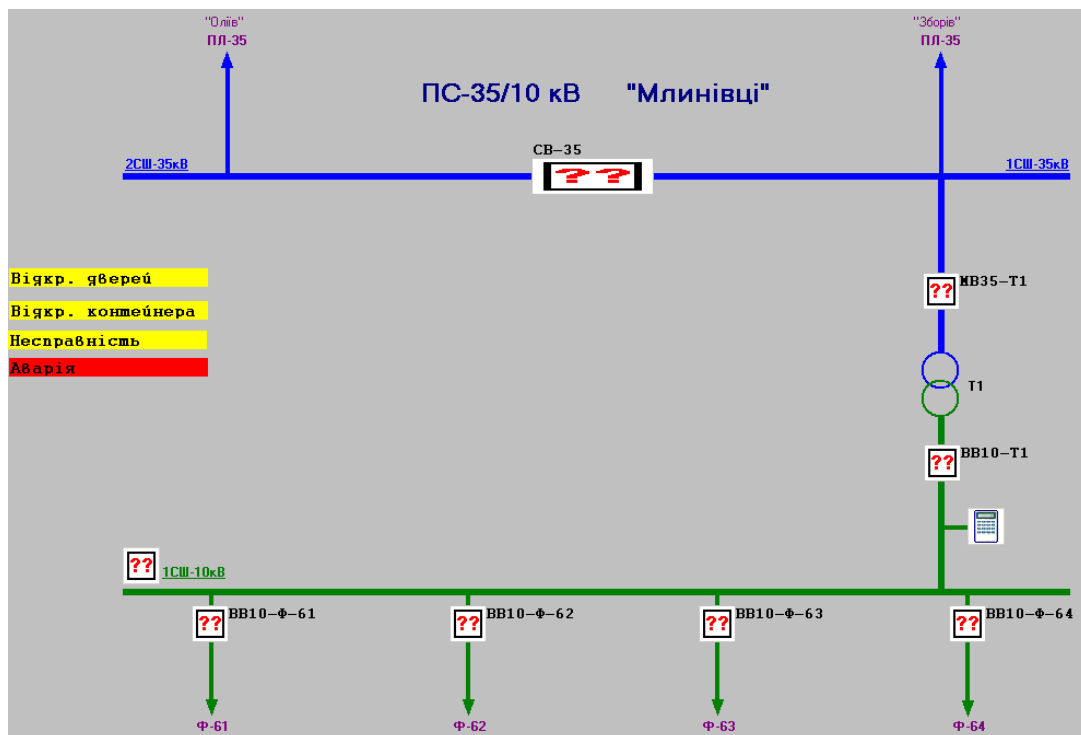


Рисунок 5 – Програма управління і пункт керування підстанцією «Млинівці»

2. Зафіксувати показники лічильника енергії прямого включення через мнемосхему без навантаження (рис. 6).

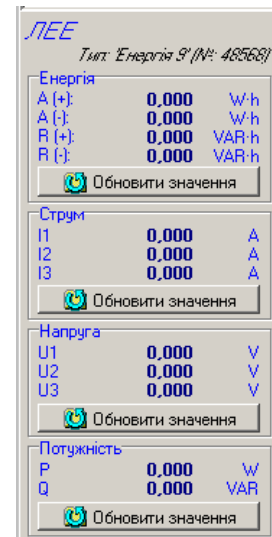
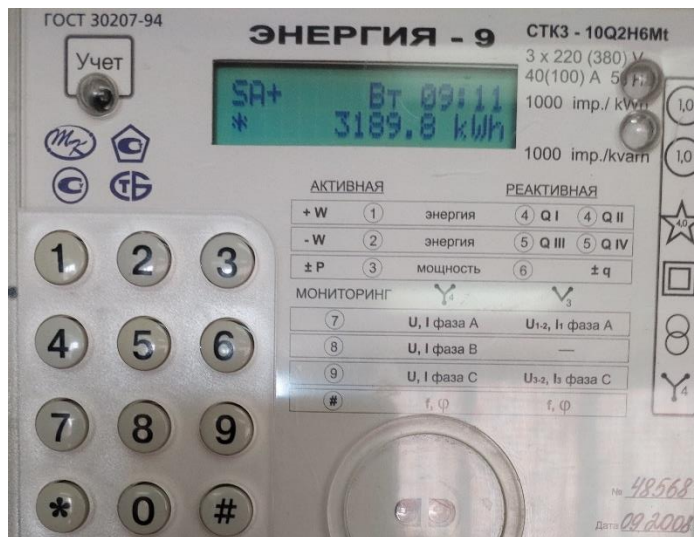


Рисунок 6 – Лічильник електроенергії і програмне вікно контролю показників

3. Використовуючи стенд (рис. 7), підключити активне та реактивне навантаження. Повторно зафіксувати показники лічильника енергії.



Рисунок 7 – Стенд електричного навантаження

Рисунок 8 – Емулятор трансформаторної підстанції

3. Використовуючи стенд (рис. 7), підключити активне та реактивне навантаження. Повторно зафіксувати показники лічильника енергії.

4. Використовуючи програму управління підстанцією «Млинівці» (рис. 5), ввімкнути вимикач ВВ10-Т1 та фідер Ф-63.

5. Використовуючи емулятор трансформаторної підстанції (рис. 8), здійснити ручне ввімкнення фідера Ф-61.

6. Зафіксувати всі показники для оформлення звіту.

7. Перемкнути (передати) управління підстанцією «Млинівці» на верхній рівень управління.

## Порядок виконання завдання (ПС «Зборів»)

1. Завантажити програму управління підстанцією «Зборів» (рис. 10).

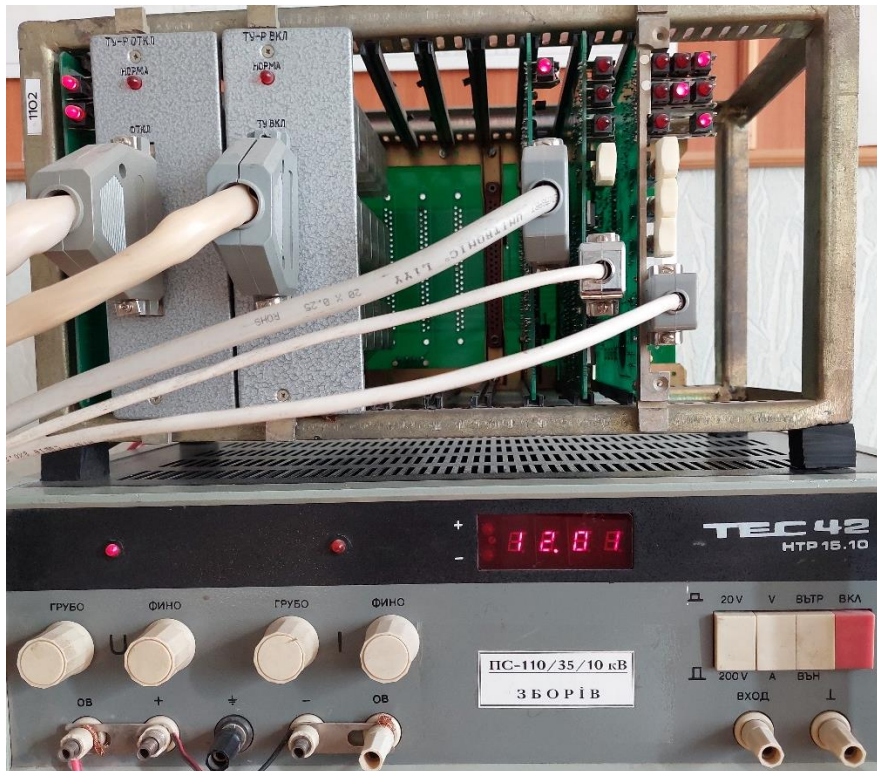
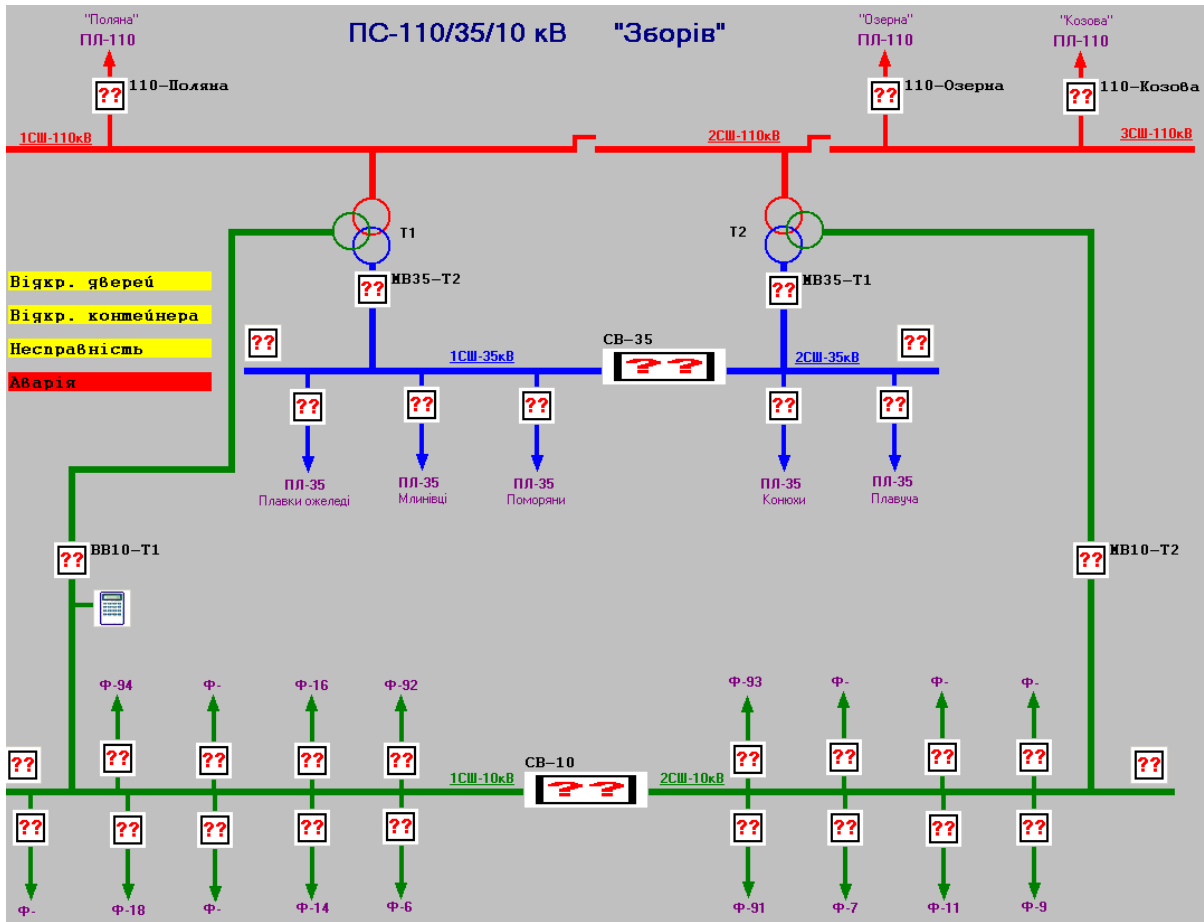


Рисунок 9 – Програма управління і пункт керування підстанцією «Зборів»

2. Підключити через блок живлення (рис. 10) лічильник електричної енергії «Елвін» і зафіксувати його показники через мнемосхему без навантаження (рис. 10).



Рисунок 10 – Лічильник електроенергії з блоком живлення і програмне вікно контролю показників

3. Використовуючи стенд (рис. 11), підключити навантаження та повторно зафіксувати показники лічильника енергії.



Рисунок 11 – Стенд електричного навантаження



Рисунок 12 – Емулятор трансформаторної підстанції

4. Використовуючи програму управління підстанцією «Зборів» (рис. 9), ввімкнути вимикач ВВ10-Т1 та фідери Ф-14 і Ф-16.

5. Використовуючи емулятор трансформаторної підстанції (рис. 12), здійснити ручне ввімкнення фідера Ф-11.

6. Зафіксувати всі показники для оформлення звіту.

7. Переключити (передати) управління підстанцією «Зборів» на верхній рівень управління.

### Порядок виконання завдання (ПС «Озерна»)

1. Завантажити програму управління підстанцією «Озерна» (рис. 13).

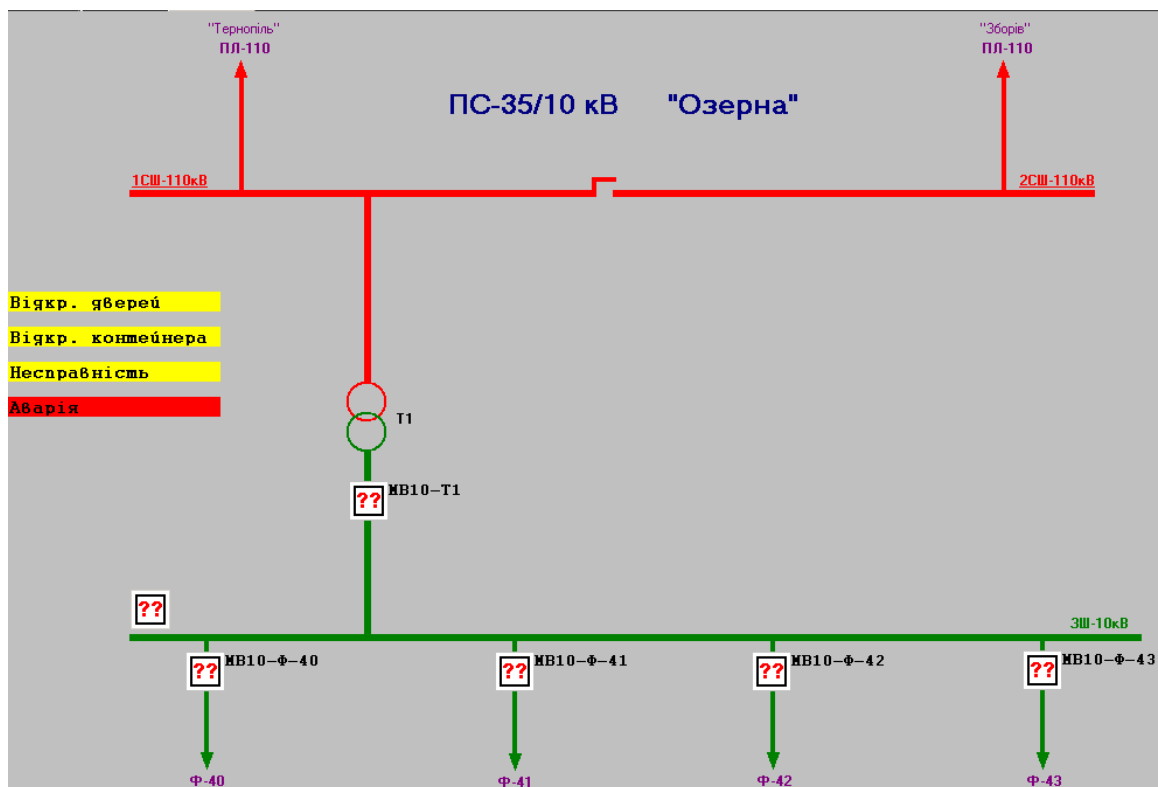


Рисунок 13 – Програма управління і пункт керування підстанцією «Озерна»

2. Скласти схему системи вентиляції на базі однофазного двигуна, комплектуючі якої приведені на рис. 14.



Рисунок 14 – Комплектуючі елементи для схеми вентиляції

3. Використовуючи емулятор трансформаторної підстанції з панеллю керування (рис. 15), підключити складену вентиляції до фідера Ф-40.

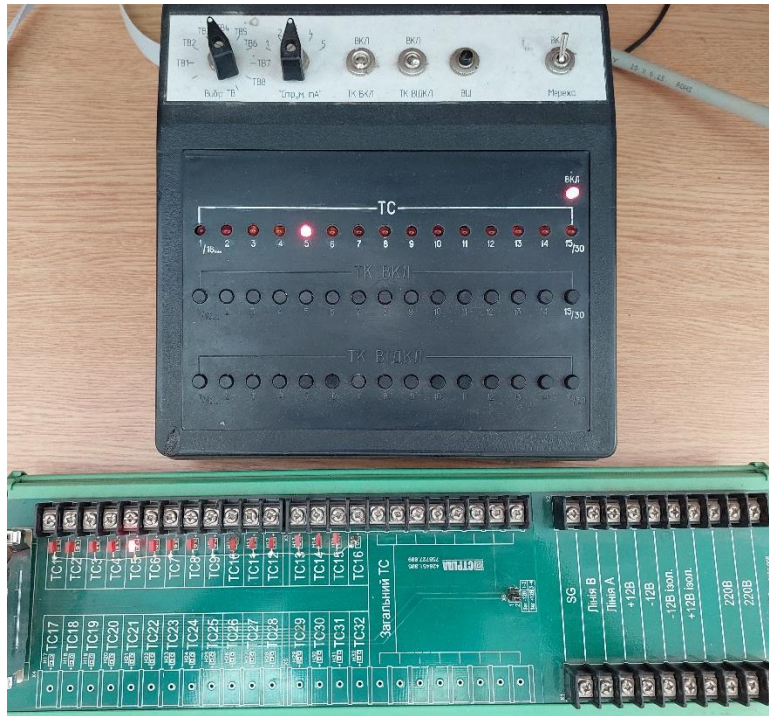


Рисунок 15 – Емулятор трансформаторної підстанції з панеллю керування

4. Використовуючи програму управління підстанцією «Озерна» (рис. 13), ввімкнути систему вентиляції.

5. Використовуючи емулятор трансформаторної підстанції (рис. 15), здійснити ручне ввімкнення фідера Ф-41.

6. Зафіксувати всі показники для оформлення звіту.

7. Перемкнути (передати) управління підстанцією «Озерна» на верхній рівень управління.

## Порядок виконання завдання (диспетчер верхнього рівня)

1. Завантажити програму управління підстанціями «Диспетчер» на автоматизованому робочому місці диспетчера (рис. 5).

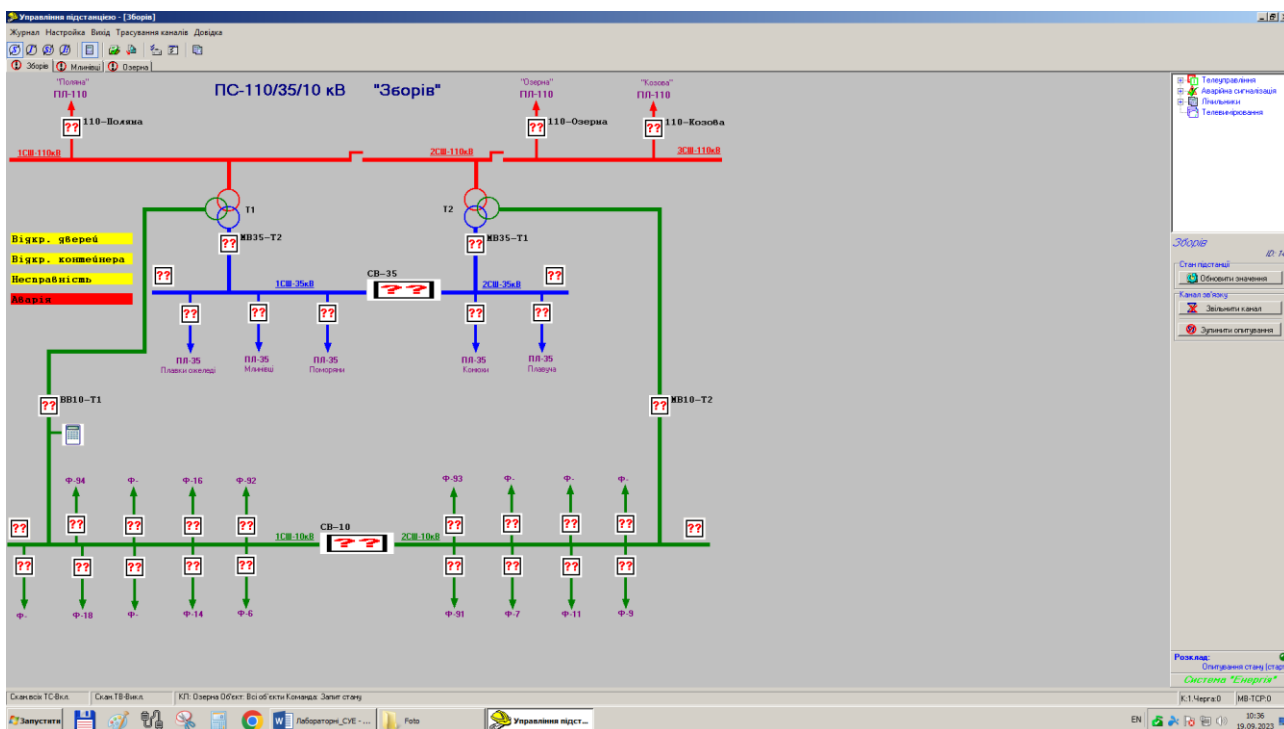


Рисунок 16 – Програма управління підстанціями «Диспетчер»

2. Перевірити зв'язок з кожною підстанцією. У разі відсутності виконати команду **Обновити значення** (рис. 17).

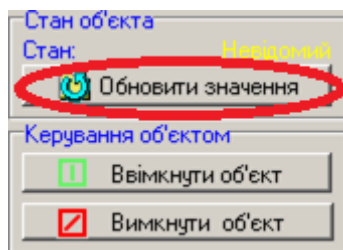


Рисунок 17 – Відновлення зв'язку з підстанцією

3. Відкрити вікно керування ПС «Млинівці» та зафіксувати показники лічильника енергії «Енергія-9».

4. Використовуючи програму диспетчерського управління підстанцією «Млинівці» (рис. 16), вимкнути вимикач ВВ10-Т1 та фідери Ф-63 і Ф-61.

5. Відкрити вікно керування ПС «Зборів» та зафіксувати показники лічильника енергії «Елвін».

6. Використовуючи програму диспетчерського управління підстанцією «Озерна» (рис. 16), вимкнути вимикач ВВ10-Т1 та фідери Ф-14, Ф-16 і Ф-11.

7. Відкрити вікно керування ПС «Озерна».



8. Використовуючи програму диспетчерського управління підстанцією «Озерна» (рис. 16), вимкнути систему вентиляції (фідер Ф-40).
9. Використовуючи програму диспетчерського управління підстанцією «Озерна» (рис. 16), вимкнути фідер Ф-41.
10. Зафіксувати всі показники для оформлення звіту.
11. Завершити роботу з програмою управління підстанціями «Диспетчер».

### **3.2 Керування виконавчими механізмами за допомогою радіоканалу**

Під час виконання цього завдання студенти працюють командою, виконуючи завдання на автоматизованих робочих місцях нижнього рівня (ПС «Млинівці», ПС «Зборів», ПС «Озерна») та верхнього рівня (диспетчер об'єднаної мережі). Для зв'язку з контрольованими пунктами (ПС) використовується радіоканал, обладнання якого було розроблено на кафедрі електричної інженерії в якості практичної реалізації магістерської кваліфікаційної роботи.

Студенти командою виконують (повторюють) завдання з ПС «Млинівці», ПС «Зборів» та ПС «Озерна». Даліше в якості диспетчерського пункту використовується ноутбук з програмним забезпеченням навчального тренажера.

#### Порядок виконання завдання (диспетчер верхнього рівня)

1. Завантажити з ноутбука програму управління підстанціями «Диспетчер» на автоматизованому робочому місці диспетчера (рис. 18).

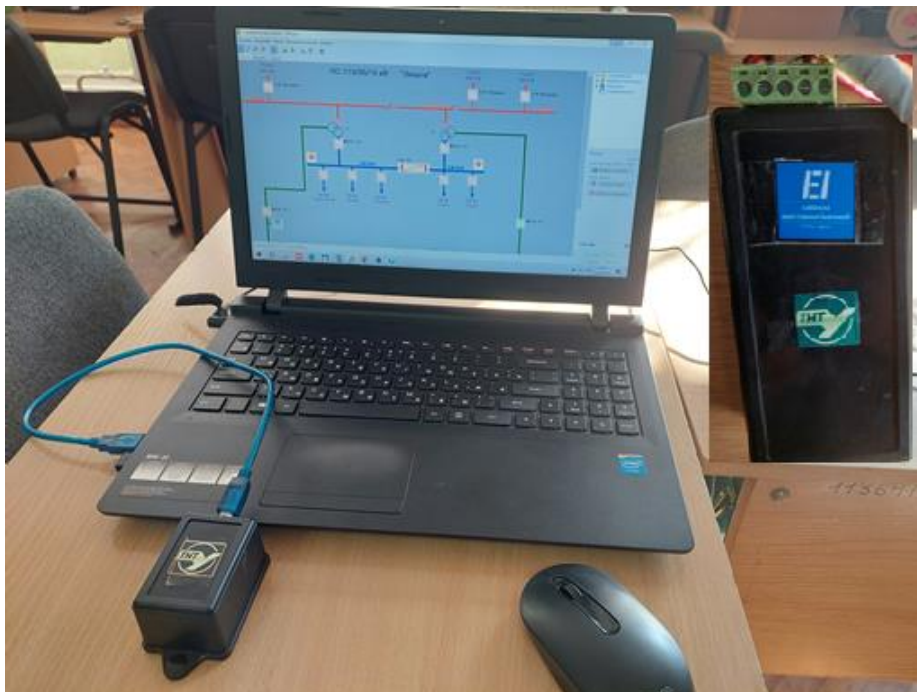


Рисунок 18 – Ноутбук з програмним забезпеченням навчального тренажера та обладнання прийому/передачі інформації

2. Перевірити рідозв'язок з кожною підстанцією. У разі відсутності виконати команду **Обновити значення**.

4. Повторити пункти 3-11 попереднього завдання (диспетчера верхнього рівня).

### 3.3 Керування виконавчими механізмами за допомогою інтерфейсу RS-485 та мережі Ethernet

В даній лабораторній роботі необхідно буде виконати управління виконавчими механізмами (керування трифазним асинхронним електродвигуном) за допомогою класичної дворівневої системи навчального лабораторного тренажера (рис. 1), використовуючи локальний інтерфейс RS-485 (вита пара) та мережу Ethernet.

#### Порядок виконання завдання

1. На макеті лабораторного стенду (рис. 19) скласти схему реверсивного керування асинхронним трифазним електродвигуном (рис. 4).

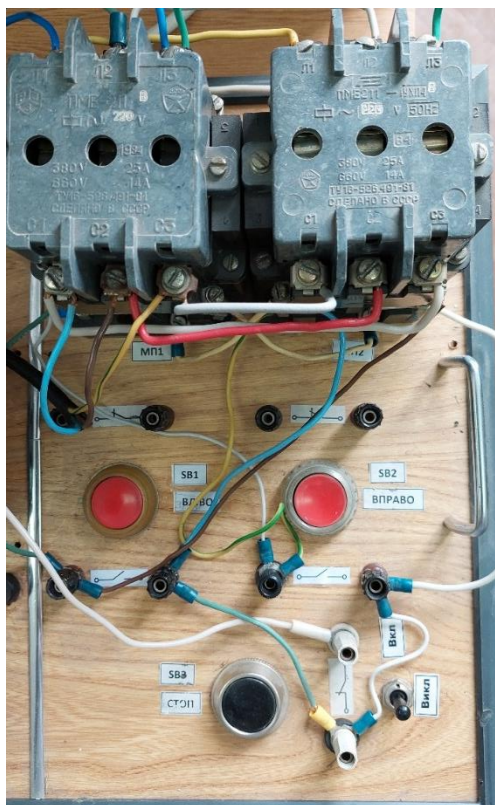


Рисунок 19 – Стенд реверсивного керування електродвигуном



Рисунок 20 – Асинхронний електродвигун

2. Перевірити зібрану схему на працездатність: ввімкнення і вимкнення електромагнітних пускачів.

3. Підключити електродвигун (рис. 20) до лабораторного стенду.

4. Здійснити запуск електродвигуна, використовуючи кнопки SB1 (Вліво), SB2 (Вправо), SB3 (Стоп).

5. Перевести кнопку SB3 (Стоп) в положення Вискл. (нормально розімкнутий стан).

6. Підключити лабораторний стенд (рис. 19) до пункту керування телемеханіки (рис. 21) за допомогою кабелю зв'язку (рис. 22).

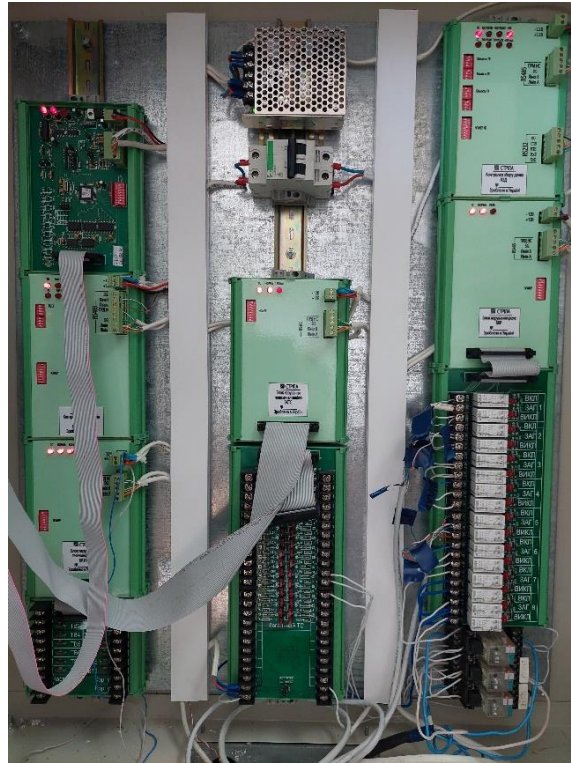
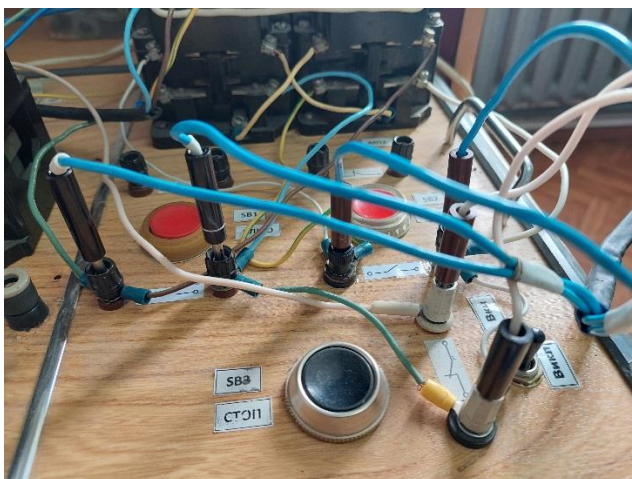
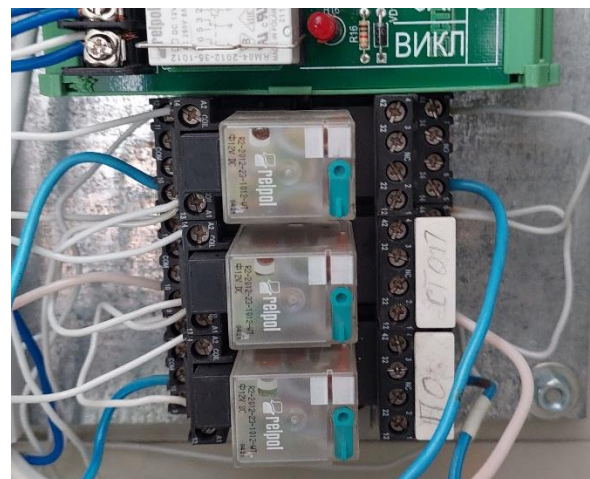


Рисунок 21 – Пункт керування телемеханіки «Стріла»



а) до лабораторного стенду



б) до схеми керування телемеханіки

Рисунок 22 – Під'єднання кабелю зв'язку

7. Завантажити програму автоматизованого диспетчерського керування «Стріла» та вибрати підстанцію «Зборів» (рис. 23).

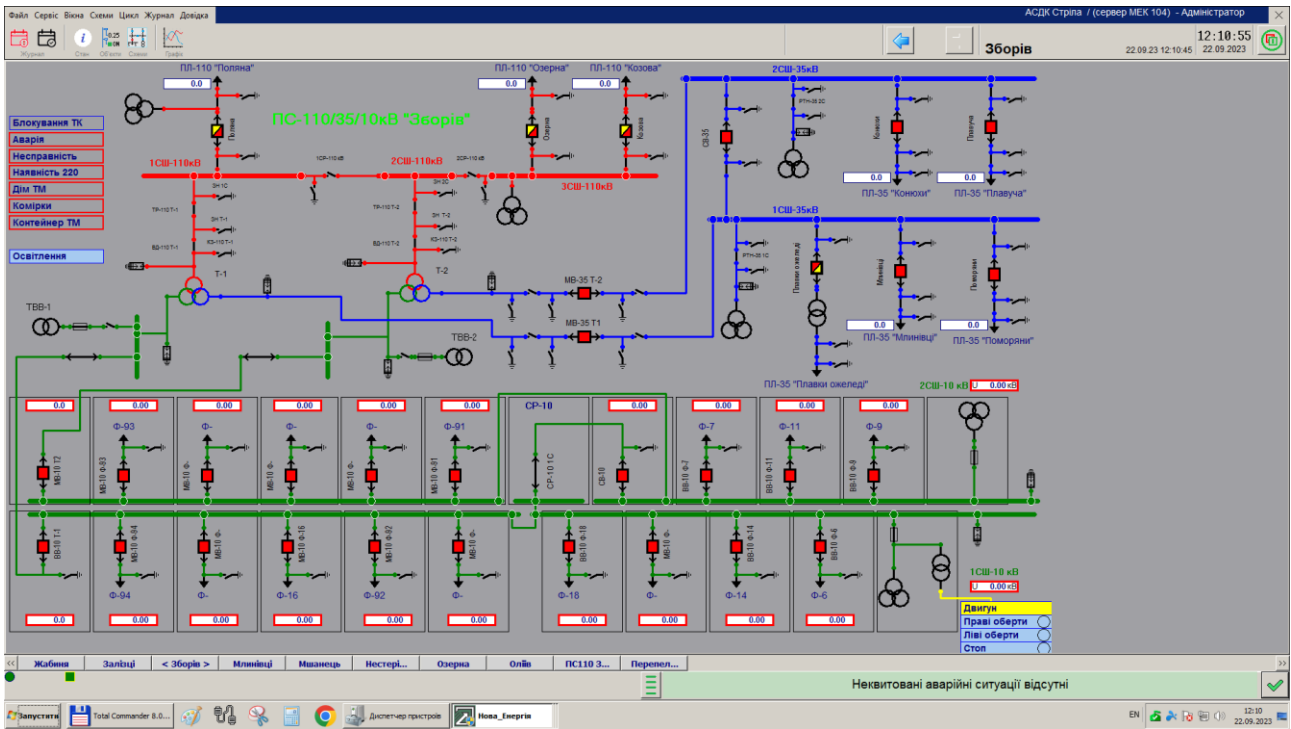


Рисунок 23 – Вікно однолінійної схеми «Зборів» в середовищі програми автоматизованого диспетчерського керування «Стріла»

8. Використовуючи підсхему керування двигуном, здійснити ввімкнення правих оборотів електродвигуна, його зупинку, а потім – лівих оборотів двигуна і його зупинку (рис. 24).

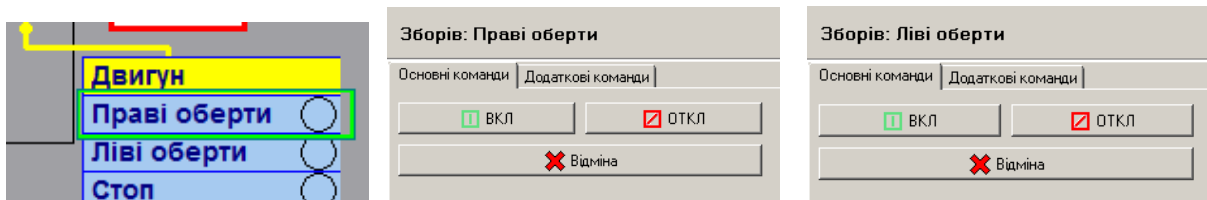



Рисунок 24 – Підсхема керування двигуном в середовищі програми автоматизованого диспетчерського керування «Стріла»

9. Підключити IP-відеокамеру з мікрофоном до мережі Ethernet (рис. 24), подати живлення і направити її на електродвигун.



Рисунок 25 – Підключення IP-відеокамери до мережі Ethernet

10. Частина учасників команди переміщається в віддалену аудиторію (вищий рівень керування енергосистемою) для здійснення дистанційного керування електродвигуном.

11. Зайняти місце диспетчера та запустити програму комплексного тренажера АСДК «Стріла»  верхнього рівня (рис. 26).

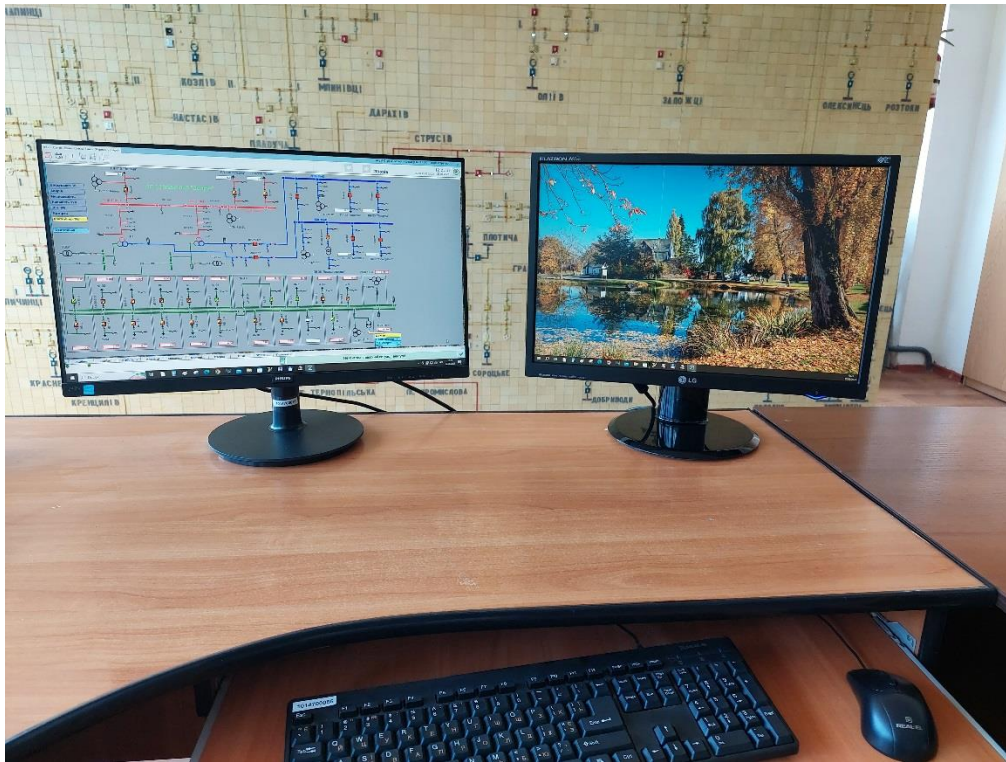



Рисунок 26 – Тренажер АСДК «Стріла» верхнього рівня

12. Запусти з робочого місця диспетчера (панель задач) запустити програму відеоспостереження (  , рис. 27) та підключити IP-відеокамеру.

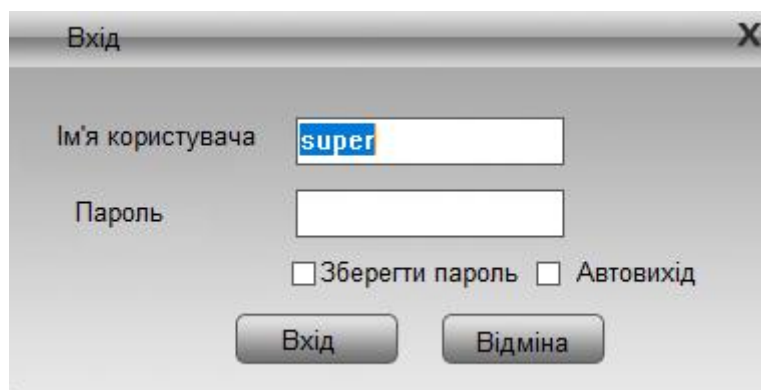



Рисунок 27 – Вікно підключення IP-відеокамери на лабораторному тренажері

13. Вікно відеокамери перемістити на правий екран диспетчерського пульта управління та активізувати звук IP-відеокамери (  ).

14. В результаті вище описаної послідовності дій отримаємо робочий вигляд диспетчерського пульта керування, який приведено на рис. 28.

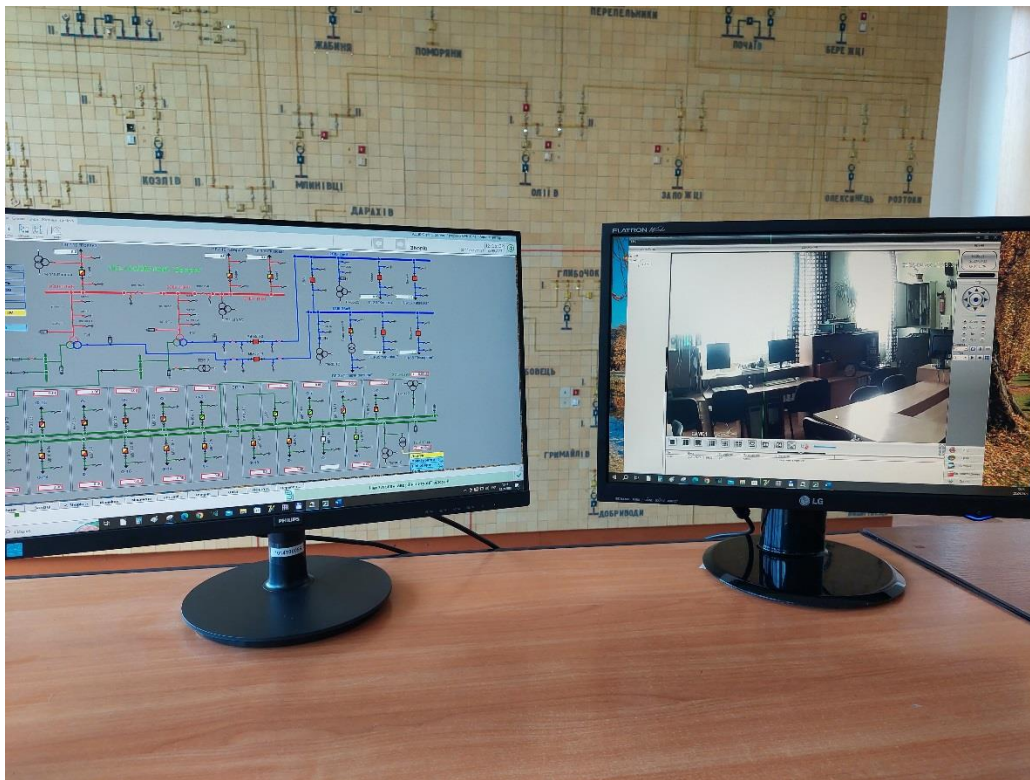


Рисунок 28 – Вигляд диспетчерського пульта керування після запуску програми АСДК «Енергія» і підключення IP-відеокамери

15. Використовуючи підсхему керування двигуном, здійснити ввімкнення правих оборотів електродвигуна, його зупинку, а потім – лівих оборотів двигуна і його зупинку (рис. 24). Переконайтесь у присутності звуку двигуна при спостереженні його роботи.

16. Зафіксувати графічні зображення робочих моментів запуску та зупинки електродвигуна при його дистанційному керуванні.

16. Завершити роботу з відеокамерою і програмою керування.

#### 4 Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Схема імпульсного ввімкнення/вимкнення світлодіодної стрічки.
3. Схема підключення імітації вентиляції на базі однофазного електродвигуна до системи телемеханіки.
4. Реверсна схема керування електричним асинхронним двигуном.
5. Порядок здійснення керування виконавчими механізмами за допомогою локального інтерфейсу RS-485 та фрагменти екранних вікон виконаних операцій на лабораторному тренажері.

6. Порядок здійснення керування виконавчими механізмами за допомогою радіоканалу та фрагменти екранних вікон виконаних операцій на лабораторному тренажері.

7. Порядок здійснення керування виконавчими механізмами за допомогою інтерфейсу RS-485 та мережі Ethernet та фрагменти екранних вікон виконаних операцій на лабораторному тренажері.

## **5 Контрольні питання**

1. Які засоби використовують для централізованого дистанційного керування розподілом та споживанням електроенергії у реальному часі?

2. Яку роль відіграє правильне балансування енергосистеми?

3. Як реалізуються вимоги до енергосистеми щодо кількості і якості виробленої енергії та надійності електропостачання?

4. Що собою представляє телемеханіка і її роль в технологічному процесі в електроенергетиці і з чого вона складається?

5. Які канали зв'язку використовуються в електротехнічних системах і з чим це пов'язано?

6. Як здійснюється контроль і управління системою телемеханіки в навчальному тренажері та взаємодія між об'єктами?

7. Як відбувається передача даних між ПУ та КП в навчальному тренажері?

8. Що таке протокол обміну та основні вимоги до нього?

9. Як здійснюється контроль процесу управління електропостачанням за участі диспетчера, яке використовується обладнання та інтерфейси?

10. Які способи управління виконавчими механізмами реалізовано в даній лабораторній роботі?

11. Як здійснюється керування виконавчими механізмами за допомогою локального інтерфейсу RS-485 на базі лабораторного тренажера?

12. Як здійснюється керування виконавчими механізмами за допомогою радіоканалу на базі лабораторного тренажера?

13. Як здійснюється керування виконавчими механізмами за допомогою інтерфейсу RS-485 та мережі Ethernet на базі лабораторного тренажера?

14. Який із використаних способів керування в лабораторній роботі є найефективнішим і чому?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Оробчук Б.Я. Системи управління електропостачанням. Конспект лекцій. Тернопіль, ТНТУ, 2014. 112 с.
2. Телемеханіка та автоматизовані системи управління в електроенергетиці: навч. посіб. / [Плешков П.Г., Серебренніков С.В., Петрова К.Г.] ; М-во освіти і науки України, Кіров. нац. тех. ун-т. – Кіровоград : КНТУ, 2016. – 163 с. ISBN 978-966-402-076-0
3. Охріменко В. М. Конспект лекцій з дисципліни «Автоматизовані системи диспетчерського управління» (для студентів спеціальностей 7.05070103, 8.05070103 – Електротехнічні системи електроспоживання (за видами) і слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.05070103 – Електротехнічні системи електроспоживання) / В.М. Охріменко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекедова. – Харків : ХНУМГ, 2015. – 138 с.
4. Оробчук Б.Я., Буняк О.А. Методика застосування системи керування режимами електропостачання у навчальному процесі. Матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції «Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах» (Луцьк, 23 червня 2018 р.) // М-во освіти і науки України, Луцький націон. техн. ун-т [та ін]. – Луцьк: ЛНТУ, 2018. – С. 67-71
5. Методичні вказівки «Телемеханіка і автоматизовані системи управління» до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми навчання за напрямком 7.050301 «Електротехніка та електротехнології». Частина II. / Укл.: П.Г. Плешков, С.В. Серебренніков, О.І. Сіріков, В.В. Зінзура – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 61 с.
6. Проектування комп'ютерних систем на основі мікросхем програмованої логіки : монографія / С. А. Іванець, Ю. О. Зубань, В. В. Казимир, В. В. Литвинов. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 313 с.
7. Матвійчук В.А., Рубаненко О.Є., Рубаненко О.О., Гунько І.О.: Інтелектуалізація електроенергетичних систем. Навчально-методичний посібник для підготовки студентів освітнього рівня «Магістр» в галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» – Вінниця, видавничий центр ВНАУ: 2019 р. – 109 с.
8. Оробчук Б.Я. Ділові ігри в навчальному процесі в якості інструмента професійної підготовки магістрів. VI Міжнародна науково-технічна конференція «Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи» (Тернопіль - Яремче, 30 січня – 2 лютого 2018 р.) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 95-96
9. Верес, О.М. Концептуальна модель інформаційної системи прийняття рішень з контролю електропостачання / О.М. Верес, А.Б. Полоцький // [Електронний ресурс] <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/12057/1/5.pdf>



10. Кігель, А. Г. Шляхи підвищення ефективності автоматизованого керування об'єктами енергетичних компаній та систем / А. Г. Кігель // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Електротехніка і енергетика. – Донецьк, ДонНТУ, 2011 – С. 178-181

11. Євтух П. Автоматизована система диспетчерського керування електропостачанням районних електромереж / П. Євтух, Б. Оробчук, О. Рафалюк // Вісник Національного університету „Львівська політехніка”. – 2008. – № 615 : Електроенергетичні та електромеханічні системи. – С. 190–194

12. Рой В.Ф. Системи діагностування, контролю, керування та захисту електроенергетичних установок і комплексів : конспект лекцій для аспірантів першого року навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / В. Ф. Рой, Ю. П. Кравченко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 128 с.

13. Оробчук Б.Я. Лабораторний комплекс для побудови систем телекерування і диспетчерського управління в електроенергетиці. Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя (Тернопіль, травень 2017 р.) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2017. – С. 170-171

14. Сташинський О.П. Алгоритм роботи тренажера оперативних дій для диспетчерського персоналу газотранспортних підприємств / О.П. Сташинський, С.П. Гришин // Науково-технічна конференції «Актуальні задачі фінансового, психологічного, правового, топогеодезичного, радіотехнічного та лінгвістичного забезпечення підрозділів та частин ЗСУ», 28 квіт. 2011 р. тези доп. – К.: ВІКНУ, 2011. –С. 149

15. Оробчук Б. Я. Впровадження систем телемеханіки керування енергооб'єктами в навчальному процесі / Богдан Оробчук, Олександр Рафалюк, Сергій Піскун // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування“, 8-9 червня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — С. 224–226. — (Світлотехніка і електроенергетика). [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/24250/2/FPT\\_2017\\_Orobchuk\\_B-Introduction\\_of\\_telemechanics\\_224-226.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/24250/2/FPT_2017_Orobchuk_B-Introduction_of_telemechanics_224-226.pdf)

16. Автоматизована система диспетчерського керування «Стріла». Технічний опис і інструкція з експлуатації. – Тернопіль, 2016.

17. Оробчук Б.Я., Старик Ю.І. Впровадження технологічної радіомережі обміну даними. Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2019.–Т. 3, С. 63-64. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31036/2/MNTKv3\\_2019v3\\_Orobchuk\\_B\\_Y-Implementation\\_of\\_technological\\_63-64.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31036/2/MNTKv3_2019v3_Orobchuk_B_Y-Implementation_of_technological_63-64.pdf)