

Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра електричних станцій і систем

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри ЕСС  
д.т.н., професор Лежнюк П. Д.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи  
на здобуття ступеня магістра

РОЗВИТОК ФРАГМЕНТУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ АТ  
«ВІННИЦЯОБЛЕНЕРГО» З ДОСЛІДЖЕННЯМ РІЗНОГО  
КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ  
ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ  
08-13.МКР.005.00.090 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу ОПІ магістра,  
групи ЕСМ-18м  
спеціальності 141 – Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка  
освітня програма «Електричні системи  
та мережі»  
Коваленко В. С. \_\_\_\_\_

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСС  
Лесько В. О. \_\_\_\_\_  
“\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 р.

Рецензент: \_\_\_\_\_  
“\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 р.

Вінниця – 2020 року

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 завідувач кафедри ЕСС  
 д.т.н., професор Лежнюк П.Д.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу на здобуття ступеня магістра зі спеціальності: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Освітня програма – Електричні системи та мережі  
 (шифр – назва спеціальності)

Магістр групи ЕСМ-18м Коваленко Віталій Сергійович  
 (назва групи) (прізвище, ім'я і по батькові)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Розвиток фрагменту електричної мережі АТ «Вінницяобленерго» з дослідженням різного конструктивного виконання повітряних ліній електропередач»

1. Вихідні дані: Перелік літературних джерел за тематикою роботи. Посилання на періодичні видання: Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Проектування електричних систем» для студентів спеціальності 7.090602 – «Електричні системи і мережі» / Уклад. Ж.І. Остапчук. – Вінниця: ВДТУ, 1998, – 47 с.2. Блок Д.П. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для энергетических специальностей. – М.: Высшая школа, 1981. 3. Розанов М.Н. Надежность электрических систем. – М.: Энергоатомиздат, 1984. 4. Нормативний документ міненерговугілля України «Укрупнені показники вартості будівництва підстанцій напругою від 6 кВ до 150 кВ та ліній електропередавання напругою від 0,38 кВ до 150 кВ. норми», – СОУ-Н МЕНВ 45.2-37471933-44: 2011. – Київ, 2016, – 42с.

Вихідні дані для проведення обчислювальних експериментів: фактичні значення навантаження трьох нових вузлів та дані електричної схеми АТ «Вінницяобленерго»»

Короткий зміст частин магістерської кваліфікаційної роботи

1. Графічна: \_\_\_\_\_ плакати
2. Текстова (пояснювальна записка): Вступ. 1. прогнозування електричних навантажень. 2. Визначення оптимальної схеми електричної мережі. 3. Вибір оптимальної схеми розвитку електричної мережі методом динамічного програмування. 4. Вибір потужності трансформаторів на споживальних підстанціях та вибір перерізу проводу. 5. Вибір схем розподільних підстанцій 6. Дослідження різного конструктивного виконання повітряних ліній електропередач 7. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

Консультанти з окремих розділів магістерської кваліфікаційної роботи:

Науковий керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

к. техн. наук., доц. кафедри ЕСС  
наук. ступінь, вчене звання (посада)

В.О. Лесько  
ініціали та прізвище

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Економічна частина

\_\_\_\_\_  
(підпис)

канд. техн. наук, доц., доцент кафедри ЕСС  
наук. ступінь, вчене звання (посада)

В. В. Нетребський  
ініціали та прізвище

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Охорона праці та безпека  
в надзвичайних ситуаціях

\_\_\_\_\_  
(підпис)

д-р. техн. наук, доц., професор кафедри ЕСС  
наук. ступінь, вчене звання (посада)

Є. А. Бондаренко  
ініціали та прізвище

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Дата попереднього захисту роботи “ \_\_\_\_ ” \_\_червня\_\_ 2020 р.

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(наук. ступінь, вчене звання , посада)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

\_\_\_\_\_  
(ініціали та прізвище)

Завдання видав

\_\_\_\_\_  
(підпис)

к.т.н., доц. кафедри ЕСС  
наук. ступінь, вчене звання (посада)

В.О. Лесько  
ініціали та прізвище

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завдання отримав магістр

\_\_\_\_\_  
(підпис)

В.С. Коваленко

\_\_\_\_\_  
(ініціали та прізвище)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

|      |                                                 |
|------|-------------------------------------------------|
| АГ   | – асинхронний генератор;                        |
| БК   | – батарея конденсаторів;                        |
| ВДЕ  | – відновлювані джерела електроенергії;          |
| ВРП  | – вхідна реактивна потужність;                  |
| ГПП  | – головна понижувальна підстанція;              |
| ЕЕРП | – економічний еквівалент реактивної потужності; |
| ЗВРП | – задавач вхідної реактивної потужності;        |
| ЕК   | – енергопостачальна компанія;                   |
| ЕС   | – електрична система;                           |
| КРН  | – компенсація реактивних навантажень;           |
| КРП  | – компенсація реактивної потужності;            |
| КТП  | – комплектна трансформаторна підстанція;        |
| КУ   | – компенсувальна установка;                     |
| ОП   | – обчислювальний пристрій;                      |
| ПКЕЕ | – Правила користування електричною енергією;    |
| ПП   | – пристрій порівняння;                          |
| ПРСЗ | – пристрій регулювання струму збудження;        |
| РДЕ  | – розосереджені джерела електроенергії;         |
| РЕМ  | – район електричних мереж;                      |
| РП   | – розподільний пристрій;                        |
| РПН  | – пристрій регулювання під навантаженням;       |
| СГ   | – синхронний генератор;                         |
| СК   | – синхронний компенсатор;                       |
| ТП   | – трансформаторна підстанція.                   |

## АНОТАЦІЯ

Коваленко Віталій Сергійович «Розвиток електричних мереж із дослідженням конструкційних особливостей ліній електропередачі».

Магістерська робота. – Вінниця: ВНТУ. 2020 – 90 с./ На укр. мові. Рис.35, табл.26, бібліогр.16.

В роботі проведено моделювання розвитку фрагменту електричних мереж.

Проведено дослідження конструкційних особливостей ліній електропередачі.

Проведено аналіз небезпечних і шкідливих чинників, що впливають на персонал який обслуговує диспетчерський пункт.

## АННОТАЦИЯ

Коваленко Виталий Сергеевич «Развитие электрических сетей с исследованием конструктивных особенностей линий электропередачи». Магистерская работа. – Винница: ВНТУ. 2020 – 90 с. / На укр. языке. Рис.35, табл.26, библиогр.16.

В работе проведено моделирование развития фрагмента электрических сетей.

Проведено исследование конструктивных особенностей линий электропередачи.

Проведен анализ опасных и вредных факторов, влияющих на персонал который обслуживает диспетчерский пункт.

## ЗМІСТ

### ВСТУП

#### 1 Прогнозування електричних навантажень

##### 1.1 Розрахунок режиму існуючої мережі

#### 2 Визначення оптимальної схеми електричної мережі

##### 2.1. Вибір методу визначення оптимальної схеми

##### 2.2 Оптимізація схеми електричної мережі за допомогою симплекс-методу

#### 3 Вибір оптимальної схеми розвитку електричної

##### 3.1. Вибір методу визначення оптимальної послідовності будівництва спроектованої мережі

##### 3.2. Вибір оптимальної схеми електричної мережі

##### 3.3 Прийняття кінцевого варіанту оптимальної схеми електричної мережі

#### 4 Вибір потужності трансформаторів на споживальних підстанціях та вибір перерізу проводу

##### 4.1 Вибір трансформаторів

##### 4.2 Визначення конструктивних перерізів ЛЕП

#### 5 Вибір схем розподільних підстанцій

##### 5.1 Вибір схеми прохідних підстанцій

##### 5.2 Вибір схеми відгалужувальної підстанції

##### 5.3 Вибір схеми вузлової підстанції

#### 7 Оцінювання балансу потужностей

##### 7.1 Визначення балансу потужностей на шинах джерела живлення

#### 8. Визначення балансу потужностей для мережі

#### 9 Економічна частина

#### 10 Конструктивного виконання повітряних ліній електропередач

##### 10.1 Класифікація повітряних ліній електропередачі.

##### 10.2. Основні елементи повітряних ліній

##### 10. 3 Опори повітряних ліній електропередачі

##### 10.4 Вибір конструкції проводів, тросів

##### 10.5 Метод розрахунку міцності проводів і тросів

10.6 Значення експлуатаційних лінійних навантажень на проводи, троси

11 ОХОРОНА ПРАЦІ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

Додаток А. Технічне завдання



## ВСТУП

**Актуальність проблеми.** Загальна кількість відмов конструкцій опор, проводів та з'єднувальної арматури для повітряних ліній напругою 35-750 кВ отриманих протягом 30-ти років даних говорить про суттєве зростання кількості відмов елементів повітряних ліній, що свідчить про їх зношеність. В Україні експлуатується близько 948 000 км повітряних ліній, з них 142 160 км напругою 35 – 750 кВ. Ці дані залишались практично постійними протягом останніх 10 років. Термін експлуатації більшості повітряних ліній напругою 110-220 кВ становить у середньому 40-60 років, а для деяких об'єктів - до 80 років, отже аналіз даних конструкцій нині є на часі.

Лінія електропередач - один з компонентів електричної мережі, система енергетичного устаткування, призначена для передачі електроенергії за допомогою електричного струму. Також електрична лінія у складі такої системи, що виходить за межі електростанції або підстанції [1].

Повітряна лінія електропередачі (ПЛЕП) - пристрій, призначений для передачі або розподілу електричної енергії по проводах, що знаходяться на відкритому повітрі і прикріплені за допомогою траверс (кронштейнів), ізоляторів і арматури до опор або інших споруд (мостам, шляхопроводам) [1].

Конструкція ПЛЕП, її проектування і будівництво регулюються Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) і Будівельними нормами і правилами (БНП).

Повітряна лінія електропередачі являє собою досить складне інженерне спорудження, як з погляду механіки, так і з погляду електротехніки. Всі конструктивні частини повітряних ліній працюють у досить жорстких умовах експлуатації, які змінюються в широкому діапазоні. Лінії електропередачі повинні протидіяти цілому ряду зовнішніх факторів, найбільш значимими з яких є:

- механічні сили ваги всіх частин повітряних ліній;
- вага ожеледі на проводах, тросах і ізоляторах;
- тиск вітру на них, а також тяжіння від проводів і тросів;
- добові, сезонні та річні зміни температури повітря;

- атмосферна корозія.

З погляду механіки найбільш істотним є взаємодія між ізоляторами та проводами. На провода та троси діють рівномірно розподілені по довжині вертикальні навантаження від власної маси, а при певних кліматичних умовах – додаткові вертикальні від ожеледі та горизонтальні від вітру. Додаткові зовнішні навантаження на провода та троси не завжди розподілені рівномірно по довжині проводу. Окремі пориви вітру й раптові скидання ожеледі іноді надають зовнішнім навантаженням динамічний характер [3].

Метою будівництва ліній напругою 220 кВ і вище є об'єднання енергосистем, що дозволяє зменшити встановлену потужність електростанцій за рахунок об'єднання резервів. Будівництво ліній нижчої напруги проводиться для підключення до загальнодержавної мережі нових споживачів, зокрема сільськогосподарських. Живлення сільських населених пунктів від державної мережі значно надійніше і економічніше, ніж від місцевих електростанцій невеликої потужності.

Виконання поставлених завдань неможливе без механізації будівельно-монтажних робіт і без застосування типових конструкцій опор і фундаментів. Тому в даний час в Україні при споруді більшої частини ліній застосовуються типові конструкції опор і фундаментів, а індивідуальні конструкції - лише в окремих випадках

В Україні та за кордоном розроблені спеціальні правила і стандарти для проектування і спорудження ліній електропередачі. Основні вимоги, що пред'являються в Україні до ліній електропередачі, визначаються ПУЕ, що діють згідно яким лінії розділяються на дві категорії по напрузі: до 1000 В і вище 1000 В. Проектування і спорудження опор і фундаментів ліній як будівельних конструкцій проводиться на підставі БНІП.

В Україні та пострадянських країнах прийнята наступна стандартна напруга трифазного струму до 1000 В: 127, 220, 380 і 500 В. У діапазоні вище 1000 В (1 кВ) стандартизовані напруга 3, 6, 10, 15, 20, 35, 110, 150, 220, 330, 500 і

750 кВ. Разом з лініями трифазного струму споруджуються також лінії електропередачі постійного струму [2].

Відстані між проводами, між проводами і заземленими частинами опор, а також від проводів до поверхні землі слід приймати такими, щоб при робочій напрузі лінії була виключена можливість електричних розрядів між проводами, з проводів на опору і на наземні споруди і предмети. Для цього необхідно забезпечити достатню електричну міцність ізоляторів і повітряних ізоляційних проміжків. Ізолятори та повітряні проміжки повинні також з великою вірогідністю виключати електричні розряди при перенапругах, які можуть виникати на лінії даної напруги.

Основними елементами повітряних ліній є проводи, ізолятори, лінійна арматура, опори і фундаменти. Додатковими елементами, необхідними на деяких лініях для забезпечення надійності їх роботи, є грозозахисні троси, заземлення, розрядники і ін.

**Отже**, в час активного розвитку енергетики та науково-технічного прогресу, дослідження питання модернізації ЕЕС України є надзвичайно важливою та актуальною науково-прикладною задачею.

**Метою** даної роботи є аналіз перспектив розвитку та модернізації існуючих електричних мереж та елементів ліній електропередачі в електричній системі.

**Задачі дипломної роботи.** Для досягнення поставленої мети в роботі розв'язано такі основні завдання:

- проаналізовано конструкції існуючих ліній електропередачі;
- проаналізовано перспективи конструкцій ліній електропередачі;
- проведено розрахунок та вибір моделі розвитку фрагменту електричних мереж;
- проведено розрахунок та аналіз усталеного режиму оптимальної моделі розвитку фрагменту електричних мереж;
- розв'язано питання забезпечення безпеки праці персоналу, що обслуговує диспетчерський пункт.

- досліджено безпеку роботи електричних мереж в умовах дії загрозливих чинників.

**Об'єктом** дослідження є фрагмент електричних мереж.

**Предметом** дослідження є методи розрахунку нормальних режимів ЕЕС.

**Методи дослідження.** Для аналізу та розв'язання поставленої задачі використано методи математичного моделювання. Реалізація розрахунків в даній роботі забезпечувалась використанням прикладних програм, зокрема «ВТРАТИ-110» [29].

**Наукова новизна** полягає у підтвердженні перспективи модернізації ліній електропередачі.

**Особистий внесок.** Усі результати, які складають основний зміст роботи отримані автором самостійно.

# 1 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

## 1.1 Застосування методу динамічного програмування до вибору схеми електричної мережі

Динамічне програмування належить до методів нелінійного програмування. Цей метод дозволяє оптимізувати багатокрокову операцію для функції багатьох змінних. При застосуванні динамічного програмування операція розбивається на ряд послідовних кроків у кожному з яких оптимізується функція однієї змінної.

Для схеми електричних мереж необхідно забезпечити розвиток мереж для електропостачання нових навантажень, що будуть введені протягом 2 років (вузли 201, 202 та 203).

Для наших варіантів приймаємо опорні пункти живлення – 6, 10, 11, 12, 21 та 22 відносно яких будуть розглядатися варіанти схеми.

Запишемо функцію мети. Найкраще потребам і умовам задачі відповідає функція затрат з врахуванням динамічного принципу, тобто:

$$Z_{\Sigma} = \sum_{t=1}^n Z^{(t)}; \quad (1.1)$$

або

$$Z_{\Sigma} = \sum_{t=1}^2 [E \times K^{(t)} + \Delta B^{(t)}] \times (1 + E_{Н.П.})^{l-t}; \quad (1.2)$$

де  $K^{(t)}$  - капітальні витрати для t-го року на будівництво конкретних ліній окремих варіантів;

$E = 0.12$  - нормативний коефіцієнт ефективності (коефіцієнт дисконтування); t - поточний рік розвитку;

$\Delta B^{(t)}$  - щорічні витрати, пов'язані з відрахуваннями, а також з втратами потужності в лініях;

$E_{Н.П.} = 0.08$  - норматив приведення різночасових витрат.

Капітальні витрати для будь-якого варіанту визначаються за формулою:

$$K^{(t)} = K_{\text{п}} \cdot \Delta L_t, \quad (1.3)$$

а щорічні витрати

$$\Delta B^{(t)} = 0.0594 \cdot K^{(t)} + \left( \frac{P}{U_{\text{н}} \cdot \cos \varphi} \right)^2 \cdot r_0 \cdot \tau \cdot \Delta L_t \cdot c; \quad (1.4)$$

де  $K^{(t)}$  - капітальні вкладення, тис. грн;

$P$  - активна потужність, що передається по лінії, МВт;

$U_{\text{н}}$  - номінальна напруга мережі, кВ (приймаємо рівною напрузі попередньо існуючої мережі, тобто 110 кВ);

$r_0$  - питомий опір проводу, Ом/км;

$\tau$  - час максимальних втрат;

$\Delta L_t$  – приріст довжини лінії, км;

$c = 1.7 \cdot 10^{-2}$  у.о/кВт·год - вартість 1 кВт·год. втраченої енергії [9].

В цілому задача динамічного програмування для розвитку схеми електричних мереж може бути сформульована таким чином:

мінімізувати  $Z_{\Sigma}$  при обмеженні на будівництво ліній - 40 км на рік та балансі потужностей.

Для прикладу визначати сумарні витрати будемо для одного з варіантів. Сумарні витрати інших варіантів розраховуються аналогічно, результат відображуємо в таблиці 1.1.

За 2 роки потрібно забезпечити енергопостачання пунктів 201, 202, 203. Оскільки за один рік немає змоги вводити більше, ніж 40 км лінії, очевидно, що протягом першого року розвитку можливо виконати будівництво ліній тільки для двох споживачів, протягом другого року для останнього споживача. Варіанти розвитку електричної мережі представлені на рисунку 1.2.

Отже, з врахуванням обмеження вказуємо можливі лінії електропередачі для існуючої схеми (рис. 1.1):

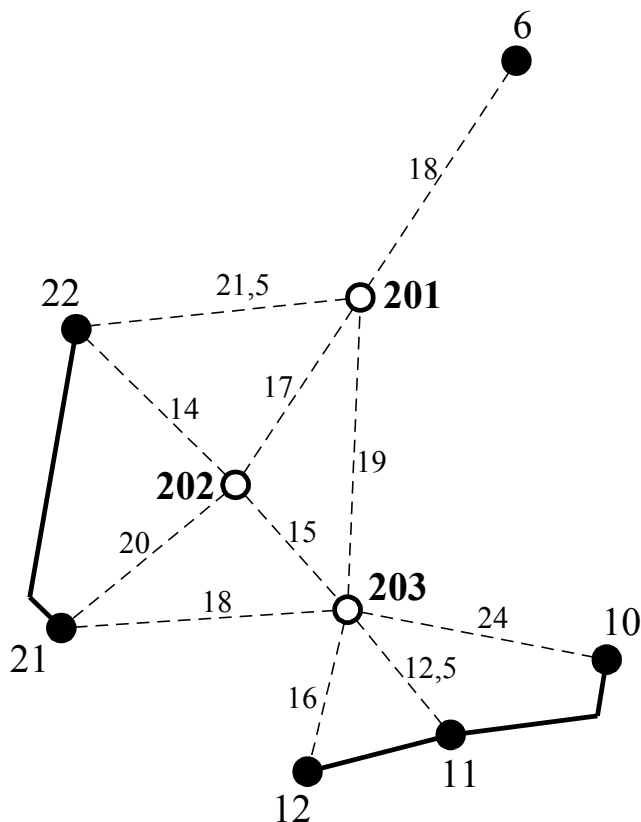


Рисунок 1.1 - Часткова схема електричної мережі

Варіант №1:

1-ий рік - будуємо лінії 22-202 та 11-203. Таким чином сумарне збільшення довжини ліній електромережі складатиме:

$$\Delta L = 14. + 12.5 = 26.5 \text{ (км)} \leq 40 \text{ (км)},$$

що не перевищує обмежень по будівництву ліній.

Повна та реактивна потужність нових споживачів складатиме:

$$S_{201} = P_{201} / \cos \varphi = 8.5 / 0.9 = 9.44 \text{ (МВА)};$$

$$S_{202} = 5.7 / 0.91 = 6.26 \text{ (МВА)};$$

$$S_{203} = 7.4 / 0.88 = 8.41 \text{ (МВА)};$$

$$Q_{201} = \sqrt{S_{201}^2 - P_{201}^2} = \sqrt{9.44^2 - 8.5^2} = 4.12 \text{ (МВАр)};$$

$$Q_{202} = \sqrt{6.26^2 - 5.7^2} = 2.6 \text{ (МВАр)};$$

$$Q_{203} = \sqrt{8.41^2 - 7.4^2} = 3.99 \text{ (МВАр)}.$$

Потокорозподіл для всіх варіантів знаходиться або як для радіальної мережі, або як для ділянки з двостороннім живленням (приймаємо однакову напругу у вузлах живлення). Результати знаходження потокорозподілу представлені в таблиці 1.1.

Усі варіанти розвитку представлені на рисунку 1.2.

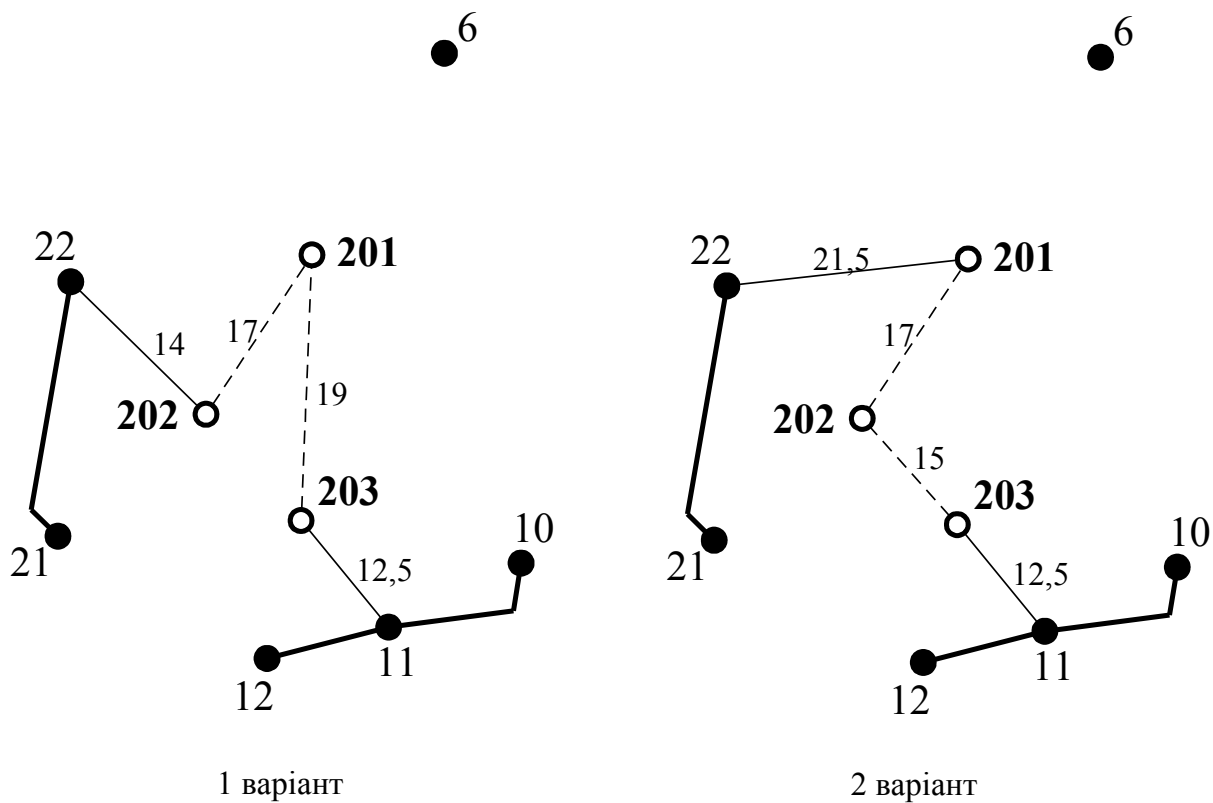
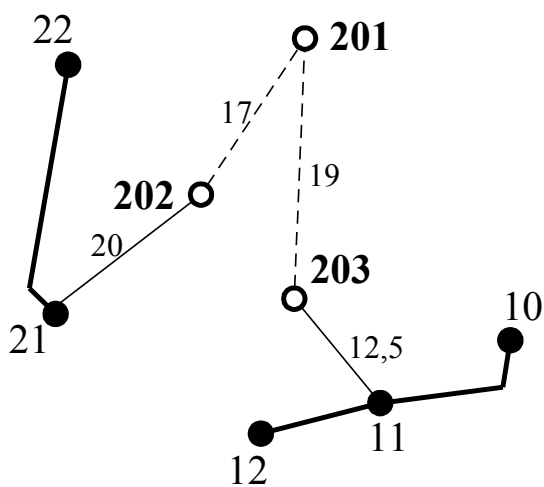


Рисунок 1.2 – Варіанти розвитку електричної системи

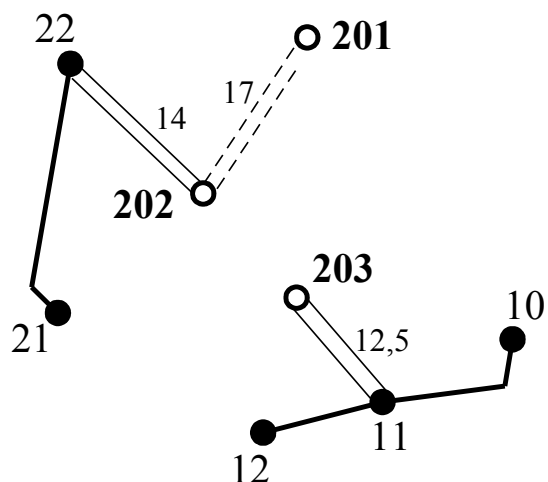


6

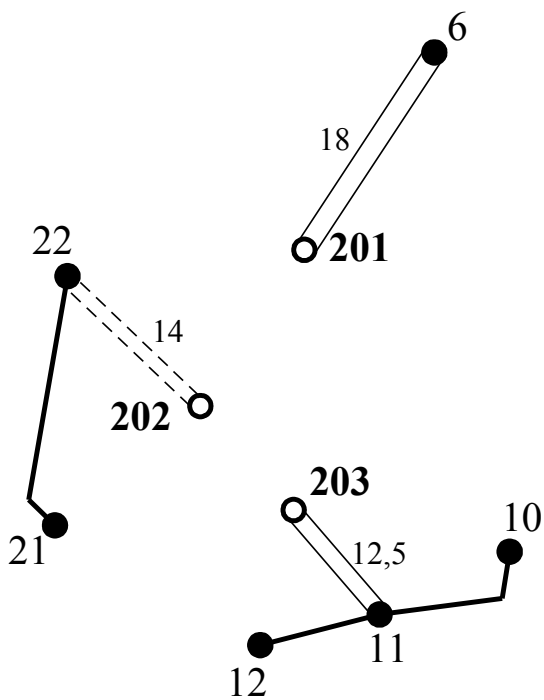
6



3 варіант



4 варіант



5 варіант

— 1 рік  
 - - - 2 рік

Продовження (рисунку 1.2)

Проведемо розрахунок по вибору марки та площі перерізу ліній 22-202 та 11-203.

Розраховуємо потужності радіальних ліній 22-202 та 11-203:

$$\dot{S}_{22-202} = \dot{S}_{H202} = 5.7 + j2.6 = 6.26(\text{MVA});$$

$$\dot{S}_{11-203} = \dot{S}_{H203} = 7.4 + j3.99 = 8.41(\text{MVA}).$$

Розрахунковий струм буде таким:

$$I_{\Sigma(5)} = \frac{|S_{\Sigma}|}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}};$$

$$I_{\text{розр}22-202} = \alpha_1 \alpha_T \frac{|S_{\Sigma}|}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot n_{\text{л}}} = 1.05 \cdot 1 \cdot \frac{6.26}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 1} = 34.53 \text{ (A)};$$

$$I_{\text{розр}11-203} = 1.05 \cdot 1 \cdot \frac{8.41}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 1} = 46.33 \text{ (A)}.$$

Час найбільших навантажень при цьому визначається:

$$T_{\text{нб}} = \left( \sqrt{\frac{\tau}{8760}} - 0.124 \right) \cdot 10^4 = \left( \sqrt{\frac{4000}{8760}} - 0.124 \right) \cdot 10^4 = 5517 \text{ (год)}.$$

Отже  $\alpha_T = 1$ , оскільки  $4000 < T_{\text{нб}} < 6000$  годин.

По приведеній в [3] таблиці вибираємо переріз проводів та параметри лінії.

- номінальна напруга – 110 кВ;
- тип опор – одноланцюгові;
- довжина введених ліній за рік  $\Delta L = 10 \cdot (\text{км}) \leq 30 \text{ (км)}$ ;
- матеріал опор – залізобетон;
- район ожеледі – III;
- марка та переріз проводу – АС-120/19.

Розрахунок потужностей ділянок та вибору марок проводів для інших ділянок наведені в таблиці 1.1

Капітальні вкладення розраховуємо у відповідності з формулою (1.3).

Вартості спорудження повітряних ліній напругою 110 кВ (тис.у.о/км) беремо з довідника [3].

Таблиця 1.1

| № сх. | Рік будівництва | Ділянка мережі | Довжина ділянки, км | Кількість ланцюгів | Р <sub>л</sub> , | Q <sub>л</sub> , | S <sub>л</sub> , | U <sub>ном</sub> , | I <sub>розр</sub> | F         |
|-------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|-----------|
|       |                 |                |                     |                    | МВт              | МВАр             | МВА              | кВ                 | А                 | мм        |
| 1     | 1               | 22-202         | 14                  | 1                  | 5,70             | 2,60             | 6,26             | 110                | 34,53             | АС-120/19 |
|       | 1               | 11-203         | 12,5                | 1                  | 7,40             | 3,99             | 8,41             | 110                | 46,33             | АС-120/19 |
|       | 2               | 201-202        | 17                  | 1                  | 4,49             | 2,29             | 5,04             | 110                | 27,77             | АС-120/19 |
|       | 2               | 201-203        | 19                  | 1                  | 4,01             | 1,82             | 4,41             | 110                | 24,29             | АС-120/19 |
| 2     | 1               | 22-201         | 21,5                | 1                  | 9,51             | 4,61             | 10,57            | 110                | 58,24             | АС-120/19 |
|       | 1               | 11-203         | 12,5                | 1                  | 7,40             | 3,99             | 8,41             | 110                | 46,33             | АС-120/19 |
|       | 2               | 201-202        | 17                  | 1                  | 1,01             | 0,50             | 1,12             | 110                | 6,19              | АС-120/19 |
|       | 2               | 202-203        | 15                  | 1                  | 4,69             | 2,10             | 5,14             | 110                | 28,33             | АС-120/19 |
| 3     | 1               | 21-202         | 20                  | 1                  | 5,70             | 2,60             | 6,26             | 110                | 34,53             | АС-120/19 |
|       | 1               | 11-203         | 12,5                | 1                  | 7,40             | 3,99             | 8,41             | 110                | 46,33             | АС-120/19 |
|       | 2               | 201-202        | 17                  | 1                  | 3,59             | 1,86             | 4,05             | 110                | 22,32             | АС-120/19 |
|       | 2               | 201-203        | 19                  | 1                  | 4,91             | 2,25             | 5,40             | 110                | 29,75             | АС-120/19 |
| 4     | 1               | 22-202         | 14                  | 2                  | 5,70             | 2,60             | 6,26             | 110                | 17,26             | АС-70/11  |
|       | 1               | 11-203         | 12,5                | 2                  | 7,40             | 3,99             | 8,41             | 110                | 23,17             | АС-70/11  |
|       | 2               | 201-202        | 17                  | 2                  | 8,50             | 4,12             | 9,45             | 110                | 26,03             | АС-70/11  |
| 5     | 1               | 6-201          | 18                  | 2                  | 8,50             | 4,12             | 9,45             | 110                | 26,03             | АС-70/11  |
|       | 1               | 11-203         | 12,5                | 2                  | 7,40             | 3,99             | 8,41             | 110                | 23,17             | АС-70/11  |
|       | 2               | 22-202         | 16                  | 2                  | 5,70             | 2,60             | 6,26             | 110                | 17,26             | АС-70/11  |

Для ділянки 22-202:

$$K_{22-202} = 13.1 \cdot 14. = 183.4 \text{ (тис. у.о).}$$

Щорічні витрати розраховуємо у відповідності з формулою (1.4):

$$\Delta B_{22-202} = 0.0594 \cdot 183.4 + 4000 \cdot 1.7 \cdot 10^{-5} \cdot \left( \frac{5.4}{110} \right)^2 \cdot 0.249 \cdot 14. = 11.66 \text{ (тис. у.о).}$$

Для інших ділянок проводимо такий самий розрахунок, результати якого представлені в таблиці 1.2.

Сумарні витрати першого року розраховуємо у відповідності з формулою (1.2):

$$Z^1 = 0.12 \cdot (183.4 + 163.75) + 11.66 + 10.96 = 62.28 \text{ (тис.у.о).}$$

2 рік Для варіанту 1 у другому році будемо одноланцюгові лінії 201-202 та 201-203 відповідно довжиною 17 та 19 км.

Розраховуємо перетік потужності ділянок 201-202 та 201-203 як для замкнутої мережі.

При розрахунку потокорозподілу в ланцюзі 22-202-201-203-11 будемо вважати, що напруги у вузлах 22 та 11 рівні між собою і тому розглянемо цю замкнену мережу як схему з двостороннім живленням.

Розраховуємо потужності головних ділянок за наступними виразами:

$$\dot{S}_{22-202} = \frac{\sum \dot{S}_i \cdot l_{i11}}{l_{\Sigma}}; \quad (1.5)$$

$$\dot{S}_{11-203} = \frac{\sum \dot{S}_i \cdot l_{i22}}{l_{\Sigma}}, \quad (1.6)$$

де  $S_i$  - повна потужність  $i$ -ого навантаження по шляху від 22 вузла до 11 вузла або навпаки;

$l_{i11}$ ,  $l_{i22}$  - довжини ділянок від  $i$ -го вузла до 11 і 22 відповідно;

$l_{\Sigma}$  - сума довжин ділянок кільцевої мережі.

Отже, потужність ділянки 22-202 дорівнює:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{22-202} &= \frac{\dot{S}_{202} \cdot (l_{201-202} + l_{201-203} + l_{11-203}) + \dot{S}_{201} \cdot (l_{201-203} + l_{11-203}) + \dot{S}_{203} \cdot l_{11-203}}{l_{22-202} + l_{201-202} + l_{201-203} + l_{11-203}}; \\ \dot{S}_{22-202} &= \frac{(5.7 + j2.6) \cdot (17 + 19 + 12.5) + (8.5 + j4.12) \cdot (19 + 12.5) + (7.4 + j3.99) \cdot 12.5}{14 + 17 + 19 + 12.5}; \\ \dot{S}_{22-202} &= 10.19 + j4.89 \text{ (MVA)}. \end{aligned}$$

Для ділянки 11-203 маємо:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{11-203} &= \frac{(7.4 + j3.99) \cdot (19 + 17 + 14) + (8.5 + j4.12) \cdot (17 + 14) + (5.7 + j2.6) \cdot 14}{12.5 + 19 + 17 + 14}; \\ \dot{S}_{11-203} &= 11.41 + j5.82 \text{ (MVA)}. \end{aligned}$$

Виконаємо перевірку:

$$\begin{aligned}\dot{S}_{22-202} + \dot{S}_{11-203} &= \dot{S}_{201} + \dot{S}_{202} + \dot{S}_{203}; \\ 10.19 + j4.89 + 11.41 + j5.82 &= 8.5 + j4.12 + 5.7 + j2.6 + 7.4 + j3.99; \\ 21.6 + j10.71 &= 21.6 + j10.71.\end{aligned}$$

Отже розрахунок проведений вірно.

Перетік потужності у вітках 202-201 та 201-203 знайдемо, склавши рівняння за першим законом Кірхгофа відповідно для вузлів 202 та 201:

$$\begin{aligned}\dot{S}_{202-201} &= \dot{S}_{22-202} - \dot{S}_{202} = 10.19 + j4.89 - 5.7 - j2.6 = 4.49 + j2.29 \text{ (МВА)}; \\ \dot{S}_{201-203} &= \dot{S}_{202-201} - \dot{S}_{201} = 4.49 + j2.29 - 8.5 - j4.12 = -4.01 - j1.82 \text{ (МВА)}.\end{aligned}$$

Розрахунок інших ділянок проводиться за таким же алгоритмом. Результати розрахунку цієї ділянки та всіх решта варіантів представлені у таблиці 1.1.

Розрахунок капітальних вкладень та щорічних витрат проводимо аналогічно до розрахунку у першому році.

Сумарні витрати другого року розраховуємо у відповідності з формулою (1.2):

$$Z^2 = (0.12 \cdot 471.6 + 29.13)(1+0.08)^{-1} = 79.38 \text{ (тис.у.о)}.$$

Остаточні витрати будуть такими:

$$Z = 64.28 + 79.38 = 143.66 \text{ (тис.у.о)}.$$

Розрахунок витрат для інших варіантів (рисунок 1.2) розвитку ЕС виконується аналогічно. Результати розрахунків подано в таблиці 1.2.

З аналізу таблиці 1.2 видно, що варіант №1 має найменші сумарні витрати. Даний варіант є доцільним з точки зору надійності та економічності, тому що тут присутні одноланцюгові лінії. Отже приймаємо за оптимальний варіант 1 варіант. Використовуючи схему даного варіанту розвитку електромережі, маємо змогу забезпечити електроенергією протягом першого року споживачів відразу двох вузлів 202 та 203, протягом другого вузол 201; також дана схема дозволяє підвищити надійність електропостачання споживачів через можливість живлення від 2-х вузлів 22 та 11.

В цій схемі першого року будуються одноланцюгові лінії 22-202 та 11-203, другого року - одноланцюгові лінії 201-202 та 201-203. Всі одноланцюгові лінії виконані проводом АС-120/19. Оптимальна схема електричної мережі представлена на рисунку 1.3.

Таблиця 1.2 – Результати розрахунків сумарних витрат по роках

| № | Рік будівництва | Ділянка мережі | Довжина ділянки, км | K <sub>пит</sub><br>тис. у.о/км | K      | ΔU    | З     | Сумарні витрати 1-го року З1 | Сумарні витрати 2-го року З2 | Сумарні витрати за 2 роки З | тис. у.о |  |  |  |
|---|-----------------|----------------|---------------------|---------------------------------|--------|-------|-------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------|--|--|--|
|   |                 |                |                     |                                 |        |       |       |                              |                              |                             |          |  |  |  |
| 1 | 1               | 22-202         | 14                  | 13,1                            | 183,40 | 11,66 | 33,67 | 64,28                        | 79,38                        | 143,66                      |          |  |  |  |
|   | 1               | 11-203         | 12,5                | 13,1                            | 163,75 | 10,96 | 30,61 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
|   | 2               | 201-202        | 17                  | 13,1                            | 222,70 | 13,83 | 40,56 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
|   | 2               | 201-203        | 19                  | 13,1                            | 248,90 | 15,30 | 45,17 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
| 2 | 1               | 22-201         | 21,5                | 13,1                            | 281,65 | 20,09 | 53,89 | 84,50                        | 70,18                        | 154,68                      |          |  |  |  |
|   | 1               | 11-203         | 12,5                | 13,1                            | 163,75 | 10,96 | 30,61 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
|   | 2               | 201-202        | 17                  | 13,1                            | 222,70 | 13,26 | 39,98 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
|   | 2               | 202-203        | 15                  | 13,1                            | 196,50 | 12,23 | 35,81 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
| 3 | 1               | 21-202         | 20                  | 13,1                            | 262,00 | 16,66 | 48,10 | 78,71                        | 79,42                        | 158,13                      |          |  |  |  |
|   | 1               | 11-203         | 12,5                | 13,1                            | 163,75 | 10,96 | 30,61 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
|   | 2               | 201-202        | 17                  | 13,1                            | 222,70 | 13,62 | 40,34 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
|   | 2               | 201-203        | 19                  | 13,1                            | 248,90 | 15,56 | 45,43 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
| 4 | 1               | 22-202         | 14                  | 21,4                            | 299,60 | 18,46 | 54,41 | 103,46                       | 62,12                        | 165,58                      |          |  |  |  |
|   | 1               | 11-203         | 12,5                | 21,4                            | 267,50 | 16,95 | 49,05 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
|   | 2               | 201-202        | 17                  | 21,4                            | 363,80 | 23,43 | 67,09 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
| 5 | 1               | 6-201          | 18                  | 21,4                            | 385,20 | 24,81 | 71,04 | 120,09                       | 57,58                        | 177,66                      |          |  |  |  |
|   | 1               | 11-203         | 12,5                | 21,4                            | 267,50 | 16,95 | 49,05 |                              |                              |                             |          |  |  |  |
|   | 3               | 22-202         | 16                  | 21,4                            | 342,40 | 21,09 | 62,18 |                              |                              |                             |          |  |  |  |

## 1.2 Прийняття кінцевого варіанту оптимальної схеми електричної мережі

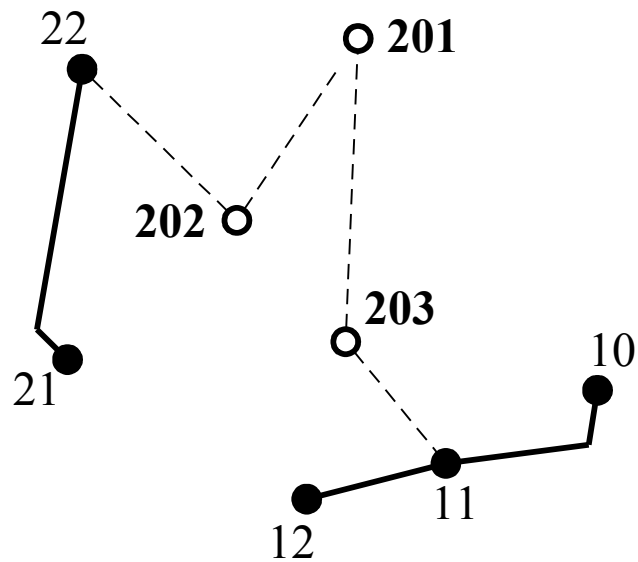


Рисунок 1.3 – Оптимальна схема електричної мережі за методом динамічного програмування

Характеристика оптимального варіанта:

1. Номінальна напруга 110 кВ.
2. Використані перерізи проводів –  $120/19 \text{ мм}^2$ .
3. Всі опори залізобетонні, лінії одноланцюгові.

## 2 ВИБІР ПОТУЖНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРІВ НА СПОЖИВАЛЬНИХ ПІДСТАНЦІЯХ

Детальний аналіз можливостей систематичного перевантаження трансформаторного обладнання понижуючих підстанцій в нормальних режимах з врахуванням реального графіка і коефіцієнта початкового навантаження, а також температури навколишнього середовища не входить в задачу даного проекту. Тому згідно з практикою проектування потужність трансформаторного обладнання на понижуючих підстанціях може вибиратися із умов допустимого перевантаження в після аварійних режимах на 40% на час максимуму загальної добової, тривалістю не більше 6 годин впродовж не більше 5 діб.

Вибір трансформаторів проводиться виходячи із наступних критеріїв:

1. Якщо в складі навантаження підстанції існують споживачі 1-ої категорії, то число встановлюваних трансформаторів повинно бути не менше двох.

2. На підстанціях, які здійснюють електрозабезпечення споживачів 2-ої і 3-ої категорії, допускається встановлення 1-го трансформатора, при існуванні в мережевому районі централізованого пересувного трансформаторного резерву і можливості заміни пошкодженого трансформатора за час не більше 1-єї доби, що на сьогодні достатньо мало можливо.

Вибір трансформаторів здійснюється за наступними формулами:

$$S_m \geq \frac{S_{\text{нав}}}{n_m \cdot k_1} \quad (2.1)$$

де  $n_m$  - кількість однотипних трансформаторів, які встановлюються на підстанціях;

$k_1$ - коефіцієнт завантаження, який приймаємо по ДЕСТу 60 - 80%.

Для 201-го вузла згідно (2.1) маємо:

$$S_T \geq \frac{9.44}{2 \cdot 0.7} = 6.75 \text{ МВА.}$$



В заданому діапазоні вибираємо два стандартних трифазних трансформатора з номінальною потужністю 10. МВА.

Аналогічно проводимо вибір трансформаторів для інших підстанцій . Для вузлів 202 та 203 встановлюємо теж по два трансформатора.

Перевірка перевантаження обраного трансформатора у вузлі 201 в аварійному режимі показала, що коефіцієнт перевантаження складає  $9.44/10.=0.94$ , що задовольняє технічним умовам експлуатації. Проведені розрахунки показують, що трансформатори прийнятої потужності можуть не тільки забезпечувати надійне електропостачання споживачів, але й передбачають розвиток споживання електроенергії. Вибір трансформаторів інших підстанцій виконувався аналогічно, результати подано в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри трансформаторів у вузлах

| Номер вузла | Тип           | Sном МВА | Границі регулювання | Uном обмоток, кВ |    | u <sub>k</sub> % | ΔP <sub>k</sub> кВт | ΔP <sub>x</sub> кВт | I <sub>x</sub> % | R Ом | X Ом  | ΔQ <sub>x</sub> кВАр |
|-------------|---------------|----------|---------------------|------------------|----|------------------|---------------------|---------------------|------------------|------|-------|----------------------|
|             |               |          |                     | ВН               | НН |                  |                     |                     |                  |      |       |                      |
| 201         | ТДН-10000/110 | 10       | ±9×1,78%            | 115              | 11 | 10.5             | 60                  | 14                  | 0.7              | 7.95 | 139.  | 70                   |
| 202         | ТМН-6300/110  | 6,3      | ±9×1,78%            | 115              | 11 | 10.5             | 44                  | 11,5                | 0.8              | 14.7 | 220.4 | 50.4                 |
| 203         | ТМН-6300/110  | 6,3      | ±9×1,78%            | 115              | 11 | 10.5             | 44                  | 11,5                | 0.8              | 14.7 | 220.4 | 50.4                 |

### **3 ВИБІР СХЕМ РОЗПОДІЛЬЧИХ ПРИСТРОЇВ СПОЖИВАЛЬНИХ ПІДСТАНЦІЙ**

При виборі схеми підстанції слід враховувати кількість приєднань (ліній і трансформаторів), вимоги до надійності електропостачання споживачів і забезпечення пропуску через підстанцію перетоків потужності по міжсистемним і магістральним лініям, можливості перспективного розвитку. Схеми підстанцій повинні бути складені таким чином, щоб була можливість їх розширення і дотримання вимог необхідного релейного захисту і автоматики. Кількість і вид комутаційних апаратів вибираються так, щоб забезпечувалась можливість проведення почергового ремонту окремих елементів підстанцій без відключення сусідніх приєднань.

Значну частину у вартості підстанції складає вартість вимикачів. Тому слід розглянути можливості відмови від застосування великої кількості вимикачів на стороні високої напруги підстанції.

Оскільки на підстанції 201 встановлюється по 2 трансформатори, а кількість ліній, що підходять до підстанції дорівнює двом, то для цього вузла пропонуємо схему містка з вимикачем в перемичці та вимикачами в ланцюгах трансформаторів (рисунок 3.1).

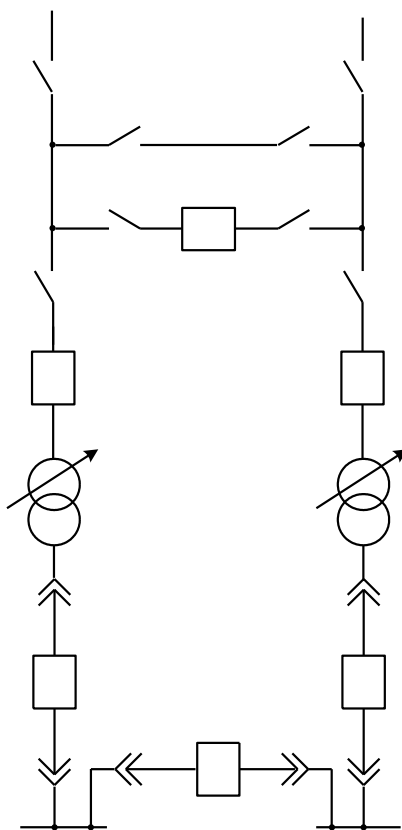


Рисунок 3.1 – Схема розподільчого пристрою вузла 201

Для інших вузлів 202 та 203 пропонуємо таку ж саму схему.

## 4 ВИБІР СХЕМИ ВУЗЛОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ

При виборі схеми підстанції слід враховувати кількість приєднань (ліній і трансформаторів), вимоги до надійності електропостачання споживачів і забезпечення пропуску через підстанцію перетоків потужності по міжсистемним і магістральним лініям, можливості перспективного розвитку. Схеми підстанцій повинні бути складені таким чином, щоб була можливість їх розширення і дотримання вимог необхідного релейного захисту і автоматики. Кількість і вид комутаційних апаратів вибираються так, щоб забезпечувалась можливість проведення почергового ремонту окремих елементів підстанцій без відключення сусідніх приєднань.

Значну частину у вартості підстанції складає вартість вимикачів. Тому слід розглянути можливості відмови від застосування великої кількості вимикачів на стороні високої напруги підстанції.

Для вузлової підстанції Шаргород (вузол 22) пропонується два варіанти схеми: I – одна секціонована система шин з обхідною з окремим секційним і обхідним вимикачами (рис. 4.1); II – одна секціонована система шин з обхідною з суміщеним секціонованим і обхідним вимикачем (рис. 4.2).

### 4.1 Визначення витрат для варіантів схем підстанцій

Кращий варіант схеми визначається за мінімальними приведеними витратами:

$$Z = P_H \cdot K + B + Z_6, \quad (4.1)$$

де  $K$  – капіталовкладення на спорудження підстанції;

$B$  – щорічні витрати на амортизацію та обслуговування;

$Z_6$  – збиток від перерв електропостачання.

Капітальні витрати визначаються за формулою:

$$K = n_B \cdot C_0, \quad (4.2)$$

де  $n_B$  – кількість вимикачів в схемі підстанції;

$C_0$  – вартість одного вимикача.

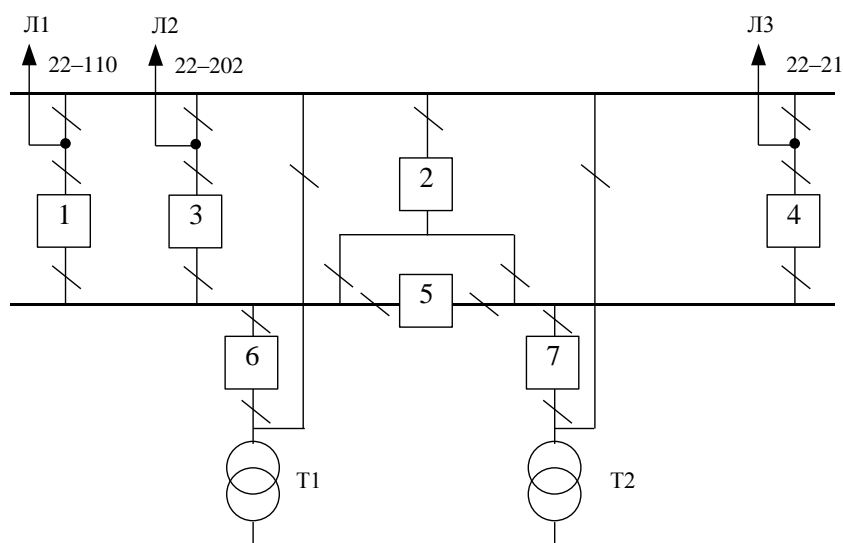


Рисунок 4.1- Варіант I схеми вузлової підстанції (вузол 22) –  
одна секціонована система шин з обхідною з окремими  
секціонованим і обхідним вимикачами

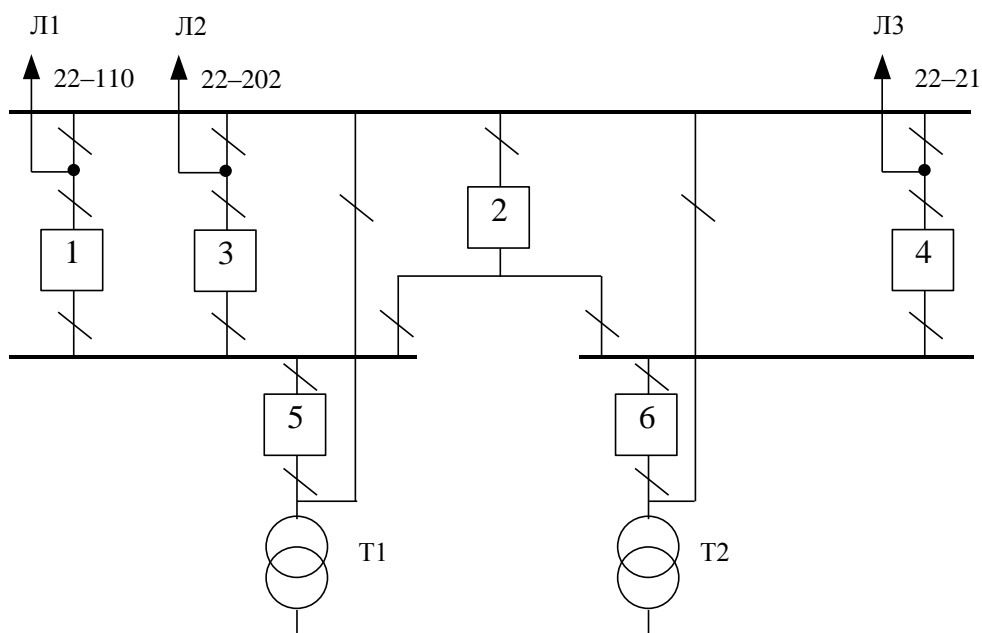


Рисунок 4.2 – Варіант II схеми вузлової підстанції (вузол 22) –  
одна секціонована система шин з обхідною з суміщеним  
секціонованим і обхідним вимикачем

У відповідності з (4.2) для варіантів підстанції (вузол 22) (рис.4.1 – 4.2) маємо:

$$K_I = 7 \cdot 42 = 294 \text{ (тис.у.о.);}$$

$$K_{II} = 6 \cdot 42 = 252 \text{ (тис.у.о.).}$$

Щорічні витрати на амортизацію і обслуговування визначаються за формулою:

$$U = \frac{P_a + P_o}{100} K, \quad (4.3)$$

де  $P_a$ ,  $P_o$  – відрахування на амортизацію і обслуговування (для силового електрообладнання і розподільчих пристроїв до 150 кВ:  $P_a = 18\%$ ,  $P_o = 3\%$ ).

У відповідності з (4.3) для варіантів схеми вузлової підстанції (пункт 22) маємо:

$$U_I = \frac{18 + 3}{100} \cdot 294 = 61.74 \text{ (тис.у.о.);}$$

$$U_{II} = \frac{18 + 3}{100} \cdot 252 = 52.92 \text{ (тис.у.о.).}$$

У відповідності з (4.1) щорічні приведені витрати для варіантів схеми підстанції вузла 22:

$$Z_I = (0.12 \cdot 294 + 61.74) \cdot 8.5 = 824.67 \text{ (тис.у.о.);}$$

$$Z_{II} = (0.12 \cdot 252 + 52.92) \cdot 8.5 = 706.86 \text{ (тис.у.о.).}$$

## 5 РОЗРАХУНОК ПРОГНОЗУ НАВАНТАЖЕНЬ

Надійність електропостачання є одним з факторів, які повинні враховуватись при виборі оптимальної встановленої потужності в енергосистемах. Сумарна встановлена потужність генеруючих агрегатів енергосистеми на будь-якому рівні розвитку повинна бути більша від відповідного максимуму навантаження, що прогнозується. При рівності вказаних потужностей будь-яке відхилення потужностей, як агрегатів в сторону зниження, так і навантаження в сторону збільшення призвело б до дефіциту потужності та недовідпуску електроенергії споживачам. Збільшення встановленої потужності генеруючих агрегатів в ЕС в порівнянні з навантаженням, тобто створення в енергосистем резерву активної потужності призведе з одного боку, до підвищення надійності електропостачання та зниженню збитку від недовідпуску електроенергії споживачам, а з іншого – потребує витрат на побудову та експлуатацію додаткової генеруючої потужності на електростанціях. Щоб ці витрати не були завищені, потрібне чітке і вірне прогнозування навантажень. Аналітичний вираз для залежності максимальної потужності від часу з найменшою похибкою дозволяє знайти метод найменших квадратів. Даний метод дозволяє замінити таблично-задану функцію  $P_{\max}(T)$  аналітичним виразом  $P'_{\max}(T)$ :

$$P_{\max}(T) \rightarrow P'_{\max}(T) = a' + b' \cdot T, \quad (5.1)$$

де  $a'$ ,  $b'$  – числові коефіцієнти;  $T$  – період прогнозу.

Визначення відповідних числових коефіцієнтів  $a'$  та  $b'$  здійснюється за рахунок мінімізації виразу записаного у відповідності з методом найменших квадратів:

$$Q = \sum_{i=1}^n [P_{\max,i} - (a' + b' \cdot T)]^2 \rightarrow \min \quad (5.2)$$

що виконується шляхом розв'язання системи рівнянь:

$$\frac{\partial Q}{\partial a'} = 0; \quad \frac{\partial Q}{\partial b'} = 0; \quad (5.3)$$

Після проведення диференціювання вхідної функції у відповідності з (5.3) маємо кінцевий варіант системи лінійних рівнянь для визначення коефіцієнтів регресійної залежності  $a'$  та  $b'$ :

$$\begin{cases} n \cdot a' + \sum_{i=1}^n T_i \cdot b' = \sum_{i=1}^n P_i \\ \sum_{i=1}^n T_i \cdot a' + \sum_{i=1}^n T_i^2 \cdot b' = \sum_{i=1}^n P_i \cdot T_i \end{cases} \quad (5.4)$$

Після підстановки вхідних даних з табл.1. завдання (варіант 12) в систему (5.4) остання набуває вигляду:

$$\begin{cases} 10 \cdot a' + 55 \cdot b' = 1112, \\ 55 \cdot a' + 385 \cdot b' = 6234. \end{cases}$$

звідки  $a' = 103.33$ ,  $b' = 1.43$ , тобто регресійна функція має вигляд:

$$P'_{\max} = 1.43 \cdot T + 103.33.$$



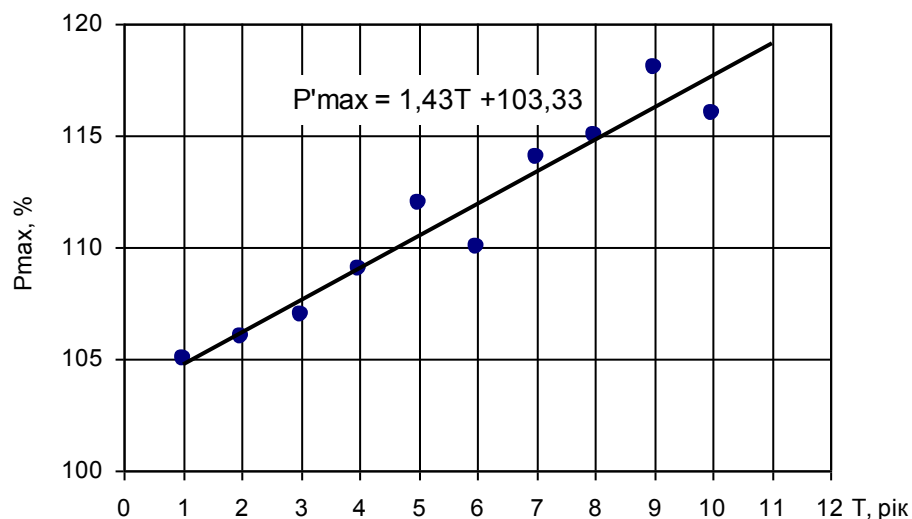


Рисунок 5.1 – Графіки таблично-заданої  $P_{\max}(T)$  та регресійної  $P'_{\max}(T)$  залежностей максимального навантаження від часу  $T$

З урахуванням результатів прогнозування навантажень (119. %) заданий типовий графік навантажень для 11-го року прийме вигляд, поданий на рис.5.2.

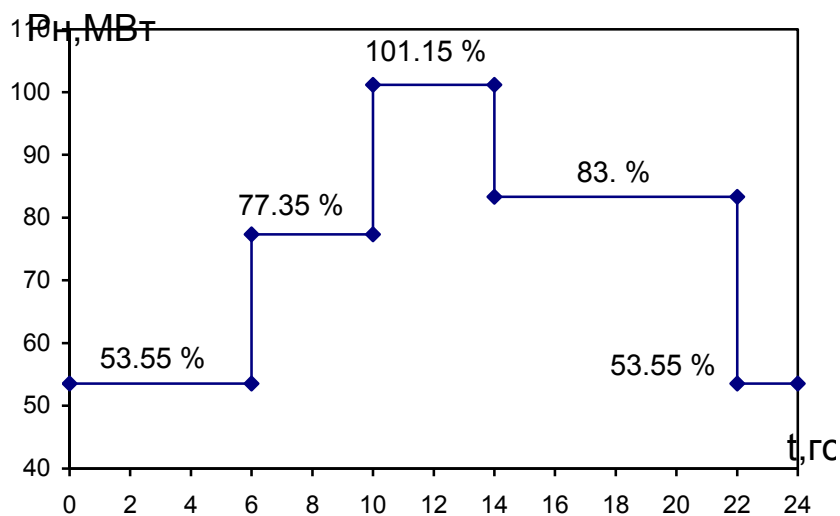


Рисунок 5.2 – Графік сумарного навантаження з урахуванням прогнозу станом на 11-й рік

Таким чином, аналізуючи даний графік, можна зробити висновок, сумарне навантаження з урахуванням прогнозу на 11-й рік збільшиться до 101.15%, що на 1.15 % більше встановленої потужності. Отже необхідно здійснити заходи для забезпечення надійності електропостачання, тобто встановити додатковий резерв потужності.

## 7 ОЦІНКА БАЛАНСУ ПОТУЖНОСТЕЙ

### 7.1 Визначення балансу потужностей на шинах джерела живлення

ЕЕС є динамічною системою, в якій має місце жорсткий зв'язок між величиною спожитої та виробленої електроенергії. В ЕЕС практично відсутні накопичувачі активної потужності, звідси випливає, що джерело активної потужності в будь-який момент часу усталеного режиму повинно віддавати в систему стільки електроенергії, скільки в даний момент потребують всі споживачі з урахуванням втрат при передачі, тобто баланс активних потужностей при незмінній частоті  $f=f_{\text{ном}}$  записуємо так:

$$P_{\Gamma} = K \times \sum_{i=1}^k P_{\text{ні}} + \Delta P_{\text{М}} \quad (7.1)$$

$$P_{\Gamma} = 0.9 \cdot 2250 + 0.05 \cdot 2250 = 2137.5 \text{ (МВт)}.$$

Де  $P_{\Gamma}$  – активна потужність на шинах постачальної підстанції;

$\sum P_{\text{ні}}$  - сумарна активна потужність навантажень;

$\Delta P_{\text{М}} = 0.05 \cdot \sum P_{\text{ні}}$  - втрати активної потужності в лініях і трансформаторах

приймається, що вони складають 5 % від  $\sum P_{\text{ні}}$ ;

$K = 0.9$  – коефіцієнт одночасності максимуму навантаження

Повна реактивна потужність навантаження:

$$S_{\text{Н}} = \frac{P_{\text{ЕС}}}{\cos\varphi} = \frac{2250}{0.85} = 2647.06 \text{ (МВА)};$$

$$Q_{\text{Н}} = \sqrt{S_{\text{Н}}^2 - P_{\text{Н}}^2} = \sqrt{2647.06^2 - 2250^2} = 1395. \text{ (МВАр)}.$$

Зіставивши сумарну потужності споживачів (208.5 МВт) із потужністю, що поступає від джерел постачання (2250 МВт), дозволяє зробити висновок про недоцільність встановлення компенсуючих пристроїв в електричній мережі.

## 8. ВИЗНАЧЕННЯ БАЛАНСУ ПОТУЖНОСТЕЙ ДЛЯ МЕРЕЖІ

Користуючись додатком В запишемо баланс по активній потужності:

$$P_{\Gamma} = P_{\text{НАВ}} + \Delta P = 208.5 + 8.464 = 216.964 \text{ (МВт)};$$

$$Q_{\Gamma} = P_{\Gamma} \cdot \text{tg}(\arccos \varphi_{\Gamma});$$

$$Q_{\Gamma} = 216.964 \cdot \text{tg}(\arccos 0.85) = 134.52 \text{ (МВАр)}.$$

Реактивна потужність, яка споживається по району в цілому визначається по сумі відповідних навантажень в окремих пунктах з урахуванням коефіцієнта одночасності для реактивних навантажень орієнтовно рівного 0.95.

$$0.95 \cdot \sum_{i=1}^k Q_{\text{Hi}} = 0.95 \cdot 108.4 = 102.98 \text{ (МВАр)};$$

$$\Delta Q_{\text{ЛЕП, ГР}} = 34.2 \text{ (МВАр)} \text{ (згідно додатку В)};$$

$$\sum_{i=1}^k Q_{\text{КПi}} = 102.98 + 34.2 - 134.52 = 2.66 \text{ (МВАр)}.$$

Відносно вузів живлення реактивна потужність генерації запишеться:

$$Q_{\Gamma} = Q_{\text{НАВ}} + \Delta Q = 108.4 + 34.2 = 142.6 \text{ (МВАр)}.$$

Таким чином, врахувавши резервування, будемо мати:

$$P_{\Gamma}^{\text{н}} = 2250 \text{ (МВт)};$$

$$Q_{\Gamma}^{\text{п}} = 1395. \text{ (МВАр)};$$

$$P_{\text{max}} = 2050 \text{ (МВт)};$$

$$Q_{\text{max}} = P_{\text{max}} \cdot \text{tg}(\arccos \varphi_{\Gamma}) = 2050 \cdot \text{tg}(\arccos 0.85) = 1271. \text{ (МВАр)};$$

$$P_{\Gamma}^{\text{п}} - P_{\text{max}} = P_{\text{рез}} + P_{\text{вп}} = 2250 - 2050 = 200 \text{ (МВт)};$$

$$Q_{\Gamma}^{\text{п}} - Q_{\text{max}} = Q_{\text{рез}} + Q_{\text{вп}} = 1395. - 1271. = 124 \text{ (МВАр)}.$$

Висновки: В даному пункті складено баланс потужностей на шинах джерела живлення і для мережі. З розрахунків видно, що 250 МВт активної потужності і 124 МВАр реактивної потужності витрачається на власні потреби та для резерву потужності.

## 9 ЕКОНОМІЧНА ЧСТИНА

При спорудженні всієї мережі загальні витрати визначають за формулою (розрахунки виконуємо для оптимального варіанту):

$$Z = P_n \cdot K + B + Z_b,$$

де  $B$  – приведені витрати, тис.грн.;

$P_n$  – нормативний коефіцієнт нормативності капітальних вкладень, приймається  $P_n = 0.12$ ;

$K$  – одночасні капітальні витрати, тис.грн.;

$B$  – щорічні витрати на експлуатацію мережі.

Одноразові капітальні витрати складаються з двох складових:

$$K = K_{\text{П/СТ}} + K_{\text{ЛЕП}};$$

де  $K_{\text{П/СТ}}$  – одночасні капітальні вкладення на спорудження підстанцій, тис.грн.;

$K_{\text{ЛЕП}}$  – одноразові капітальні витрати на спорудження ліній електропередач, тис.грн..

Капітальні витрати на спорудження підстанцій обчислюються за формулою:

$$K_{\text{П}} = K_{\text{Т}} + (K_{\text{В}} + K_{\text{ВРУ}}) + K_{\text{ПОСТ}},$$

де  $K_{\text{Т}}$  – витрати, які враховують вартість трансформаторів, тис.грн.;

$K_{\text{В}} + K_{\text{ВРУ}}$  – витрати, які враховують вартість вимикачів та відкритих розподільчих пристроїв, тис.грн.;

$K_{\text{ПОСТ}}$  – постійна частина витрат, тис.грн..

Збільшення навантаження, що було визначено в результаті проведення розрахунку по прогнозу навантаження на наступний період не призвів до необхідності збільшення потужності трансформаторів.

Вартість трансформаторів буде такою:

$$K_{\text{ТР}} = n_{\text{ТР}} \cdot C_{\text{ТР}} = (4 \cdot 49. + 2 \cdot 54.) \cdot 8.5 = 3417. \text{ (тис.у.о.)}$$

Визначаємо  $K_{\text{В}} + K_{\text{ОРУ}}$ :

$$K_{\text{В}} + K_{\text{ВРП}} = (2 \cdot 42 + 120 \cdot 3) \cdot 8.5 = 3774. \text{ (тис.у.о.)}$$

Визначаємо  $K_{\text{ПОСТ}}$  :

$$K_{\text{ПОСТ}} = (210 + 210 + 210) \cdot 8.5 = 5355. \text{ (тис.у.о.)}$$

Таким чином капітальні витрати на спорудження підстанцій:

$$K_{\text{П}} = 3417. + 3774. + 5355. = 12546. \text{ (тис.у.о.)}$$

Капітальні витрати на спорудження ліній електропередач визначаються за наступною формулою:

$$K_{\text{ЛЕП}} = C_{\text{T}} \cdot l,$$

де  $C_{\text{T}}$  – вартість 1 км ЛЕП, тис.у.о..

$$K_{\text{ЛЕП}} = 13.1 \cdot (14 + 17 + 19 + 12.5) \cdot 8.5 = 6959.38 \text{ (тис.у.о.)}.$$

Одночасні капітальні витрати К:

$$K = 12546. + 6959.38 = 19505.38 \text{ (тис.у.о.)}.$$

Щорічні витрати на експлуатацію мережі обчислюються за формулою:

$$B = B_{\text{Л}} + B_{\text{П}} + B_{\Delta W},$$

де  $B_{\text{Л}}$  – відрахування від капітальних витрат на амортизацію, обслуговування та ремонт ліній, тис.у.о.:

$$B_{\text{Л}} = (K_{\text{ЛЕП}} \cdot P_{\text{Л}}\%)/100;$$

де  $P_{\text{Л}}\%$  – норма щорічних відрахувань на амортизацію ремонт та обслуговування повітряних ліній;

$B_{\text{П}}$  – відрахування від капітальних витрат на амортизацію, обслуговування та ремонт підстанцій, тис.у.о.:

$$B_{\text{П}} = (K_{\text{П/СТ}} \cdot P_{\text{П}}\%)/100;$$

де  $P_{\text{П}}\%$  – норма щорічних відрахувань на амортизацію ремонт та обслуговування електротехнічного устаткування підстанцій.

Таким чином у відповідності з формулами, що подані вище маємо:

$$B_{\text{Д}} = (6959.38 \cdot 5.94) / 100 = 413.39 \text{ (тис.у.о.);}$$

$$B_{\text{П}} = (12546 \cdot 21) / 100 = 2634.66 \text{ (тис.у.о.);}$$

$$B = 413.39 + 2634.66 = 3048.05 \text{ (тис.у.о.).}$$

Народногосподарський збиток для споживача через недостатню надійність мережі не враховуємо:

$$З_{\text{б}} = 0 \text{ (тис.у.о.).}$$

$$З_{\text{ЕМ}} = 0.12 \cdot 19505.38 + 3048.05 + 0.6 \cdot 250 = 5538.69 \text{ (тис.у.о.).}$$



## 10 КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

### 10.1 Класифікація повітряних ліній електропередачі.

Повітряною лінією (ПЛ) електропередачі називається пристрій для передачі й розподілу електроенергії по проводах, розташованих на відкритому повітрі й прикріплених за допомогою ізоляторів і арматури до опор або кронштейнів, стійкам на будинках та інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах і т.п.).

Один з можливих варіантів класифікації ПЛ представлений на рис. 10.1.[1].

|                                        |                                         |                                           |                                               |                                           |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ</b> | <b>За призначенням ПЛ</b>               |                                           |                                               |                                           |
|                                        | наддалекі,<br>напругою<br>500 кВ і вище | магістральні,<br>напругою<br>220 і 330 кВ | розподільчі,<br>напругою<br>35, 110 і 150кВ   | розподільчі,<br>напругою<br>20 кВ і нижче |
|                                        | <b>За напругою ПЛ</b>                   |                                           |                                               |                                           |
|                                        | до 1 кВ                                 |                                           | вище 1 кВ                                     |                                           |
|                                        | <b>За електричним режимом ПЛ</b>        |                                           |                                               |                                           |
|                                        | з ізольованою<br>нейтраллю              | з глухозаземленою<br>нейтраллю            |                                               | з компенсованою<br>нейтраллю              |
|                                        | <b>За механічним станом ПЛ</b>          |                                           |                                               |                                           |
|                                        | нормальний<br>режим                     | аварійний<br>режим                        |                                               | монтажний<br>режим                        |
|                                        | <b>За кліматичними умовами</b>          |                                           |                                               |                                           |
|                                        | залежно від<br>швидкості вітру          |                                           | залежно від товщини<br>шару льоду на проводах |                                           |
|                                        | <b>За категорійністю місцевості</b>     |                                           |                                               |                                           |
|                                        | населена<br>місцевість                  | ненаселена<br>місцевість                  |                                               | важкодоступна<br>місцевість               |

Рисунок 10.1 - Класифікація повітряних ліній електропередачі.

Наддалекі ПЛ, напругою 500 кВ і вище, призначені, в основному, для зв'язку з окремими енергосистемами.

Магістральні ПЛ, напругою 220 і 330 кВ, застосовують для передачі електроенергії від електростанцій, а також об'єднання електростанцій в середині енергосистеми й зв'язку окремих енергосистем.

Розподільчі ПЛ, напругою 35, 110 і 150 кВ, використовують для електропостачання великих населених пунктів і великих підприємств, а

розподільчі ПЛ, напругою 20 кВ і нижче, для електропостачання споживачів розташованих на їхній території.

Відповідно до Правил побудови електроустановок, повітряні лінії за напругою розділяють на ПЛ до 1 кВ і вище 1кВ. У цьому документі розглянуті ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

За призначенням ПЛ наддалекі, напругою 500 кВ і вище магістральні, напругою 220 і 330 кВ розподільчі, напругою 35, 110 і 150кВ розподільчі, напругою 20 кВ і нижче За напругою ПЛ до 1 кВ вище 1 кВ За електричним режимом ПЛ з ізольованою нейтраллю з глухозаземленою нейтраллю з компенсованою нейтраллю

За механічним станом ПЛ нормальний режим аварійний режим монтажний режим За кліматичними умовами залежно від швидкості вітру залежно від товщини шару льоду на проводах

За категорійністю місцевості населена місцевість ненаселена місцевість важкодоступна місцевість 4 також вимоги, які пред'являють до конструкції й режимів роботи кожної із цих ПЛ. В електричних мережах з ізольованою нейтраллю ізоляція ПЛ повинна витримувати лінійну напругу тому, що при замиканні однієї з фаз на землю напруга на двох інших фазах щодо землі стає такою, що дорівнює лінійній.

При глухозаземленій нейтралі ізоляцію ПЛ вибирають по фазній напрузі у зв'язку з тим, що при виникненні короткого замикання в одній з фаз спрацьовує захист і відключає ушкоджену ділянку. Робота електричних мереж 3-35 кВ повинна передбачатись з ізольованою або заземленою через дугогасячі реактори нейтраллю з метою компенсації ємнісного струму замикання на землю. Ця компенсація повинна застосовуватись при наступних значеннях цього струму в нормальних режимах:

- у мережах 3-20 кВ, що мають залізобетонні й металеві опори і в усіх мережах 35 кВ - більше 10 А;

- у мережах, що не мають залізобетонних і металевих опор при напрузі 3-6 кВ - більше 30 А; при 10 кВ - більше 20 А; при 15-20 кВ - більше 15А.

При струмах замикання на землю більше 50А рекомендують застосовувати не менше двох заземлюючих дугогасячих реакторів.

За механічним станом ПЛ розділяють на нормальний режим, яким називають стан ПЛ при необірваних проводах і тросах та аварійний режим, в якому ПЛ перебувають при обірваних одному або декількох проводах або тросах.

Монтажним режимом називають стан в умовах монтажу опор, проводів і тросів. У зв'язку з тим, що механічні навантаження на елементи конструкцій ПЛ істотно залежать від кліматичних умов і характеру місцевості, територія країни розділяється на райони, залежно від швидкісного напору вітру й максимально можливої товщини шару льоду на проводах. При виконанні розрахунків приймають максимальні значення цих параметрів, що спостерігалися в даному районі за останні 5-15 років залежно від напруги ПЛ, яку проектують.

Території, якими проходить траса ПЛ, залежно від доступності її для людей, транспорту й сільськогосподарської техніки, діляться на три категорії. До 5 населеної місцевості відносять території міст із урахуванням розвитку їхніх кордонів у найближчі десять років, приміські, зелені й курортні зони, а також території селищ міського типу й сільських населених пунктів.

Ненаселеною місцевістю називають територію, рідко відвідувану людьми і доступну для транспорту та сільськогосподарських машин, а також городи, сади, території з окремими, рідко розташованими будовами й тимчасовими спорудами. До важкодоступної місцевості відносять територію, що недоступна для транспорту й сільськогосподарських машин.

## **10.2. Основні елементи повітряних ліній**

У процесі проектування, монтажу й експлуатації ПЛ використовують наступні терміни й визначення. Положення осі ПЛ на земній поверхні називають трасою лінії. Через кожні 100м трасу розбивають на пікети, приймаючи за початок траси нульовий пікетний знак. Центр розташування опори позначають на трасі споруджуваної ПЛ центровим знаком. Установку пікетних і центрових знаків на трасі ПЛ відповідно до відомості розміщення опор називають виробничим пікетажем. Для утримання проводів ПЛ на заданій відстані від

поверхні землі використовують опори. Необхідну ізоляційну відстань між проводами забезпечують траверси, до яких дроти кріплять за допомогою ізоляторів.

Відстань між центрами двох опор, на яких підвішені проводи, називають прольотом або довжиною прольоту. Проміжним називають проліт між двома сусідніми опорами. Проліт між двома сусідніми анкерами називають анкерним.

Анкерний або проміжний проліт, що перетинає яке-небудь спорудження або природну перешкоду, називають перехідним. Вертикальна відстань між нижчою точкою проводу в прольоті і прямою, що з'єднує точки його кріплення на опорах, називають стрілою провісу ( $f$ ) (рис. 10.2). Вертикальна відстань ( $h$ ) від нижчої точки проводу в прольоті до поверхні землі, води або інженерних споруд називають габаритом проводу.

Найменші габаритні відстані нормуються для населеної й ненаселеної місцевостей. Відрізок проводу, що з'єднує на анкерній опорі натягнуті проводи сусідніх анкерних прольотів, називають шлейфом або петлею. Навантаження на елементи ПЛ, поділені на площу робочого перетину, називають механічною напругою.

Механічна напруга проводу дорівнює його загальному тяжінню, поділеному на площу поперечного перерізу.

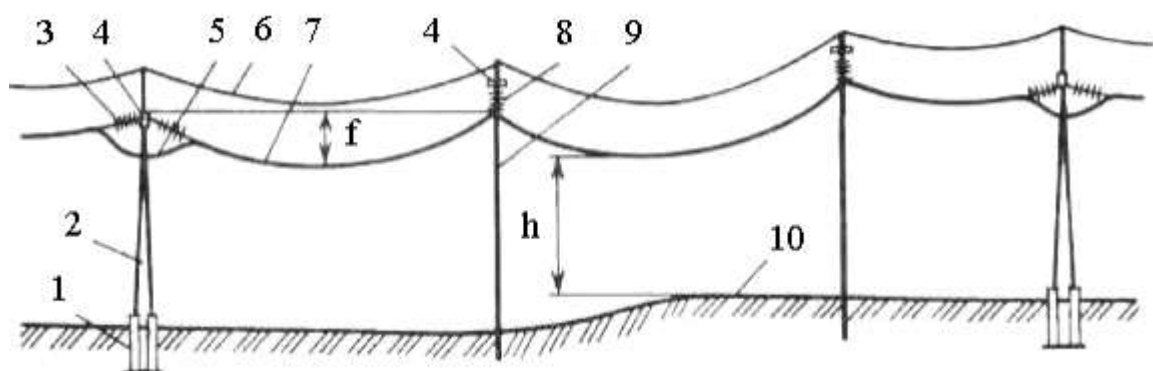


Рисунок 10.2 - Основні елементи повітряної лінії електропередачі:  
 фундамент; 2, 9 - анкерні й проміжні опори; 3, 8 - натяжна й підтримуючої гірлянди підвісних ізоляторів; 4 - траверси; 5 – шлейф (петля); 6 - грозозахисний трос; 7 - провід; 10 - поверхня землі.

Відношення мінімального навантаження, що руйнує даний елемент, до фактичного при найбільш важких умовах роботи називають запасом міцності або коефіцієнтом запасу.

Для вирівнювання асиметрії струмів виконують транспозицію проводів ПЛ, тобто змінюють їхнє розташування на опорах. При цьому фаза А зміщують на місце фази С, фазу С - на місце фази В, фазу В - на місце фази А.

Відстань між сусідніми місцями транспозиції проводів називають кроком транспозиції, а довжину ділянки, на якому фазний провід послідовно пройде всі положення й повернеться на своє місце - циклом транспозиції.

### **10.3 Опори повітряних ліній електропередачі**

Розрізняють наступні типи опор, які застосовують в повітряних лініях електропередачі: анкерні, проміжні, кутові, кінцеві й спеціальні.

*Анкерні опори* встановлюють на прямих ділянках траси для переходу ПЛ через природні перешкоди або інженерні споруди й сприймають поздовжнє навантаження від тяжіння проводів і тросів.

*Проміжні опори* встановлюють на прямих ділянках траси й призначені тільки для підтримки проводів і тросів і не розраховані на навантаження від тяжіння проводів уздовж лінії.

*Кутові опори*, встановлені на кутах повороту траси ПЛ, при нормальних умовах сприймають рівнодіючу силу тяжіння проводів і тросів суміжних прольотів. При кутах повороту траси до  $30^\circ$ , коли навантаження невеликі, застосовують кутові проміжні опори. При більших кутах повороту використовують кутові анкерні опори, які мають більш жорстку конструкцію й анкерне кріплення проводів.

*Кінцеві опори* встановлюють на початку або наприкінці лінії й сприймають навантаження від одnobічного тяжіння проводів. До спеціальних опор належать: перехідні - для переходу ПЛ через природні перешкоди або інженерні споруди; відгалужені - для установки відгалужень від магістральних ліній; перехресні – які встановлюють в місцях перетинання ПЛ двох напрямків; транспозиційні - для зміни порядку розташування проводів на опорах;

протівітрові - для посилення механічної міцності ПЛ.

За конструкцією розрізняють опори вільностоячі і з відтягненнями. Обидва типи опор можуть бути як одностоечні, так і порталними.

До вільностоячих належать також А-образні опори й опори з підкосами. Вільностоячі опори розраховані на передачу діючих на них навантажень безпосередньо через стійки на ґрунт або фундамент.

Стійки опор з відтягненнями передають на ґрунт або фундамент тільки вертикальні навантаження, а поперечні й поздовжні навантаження передаються на ґрунт відтягненнями, які закріплені за анкерні плити або палі.

Для виготовлення опор використовують дерево, метал або залізобетон. Дерев'яні й залізобетонні опори ПЛ на напругу 1-10кВ мають наступну систему позначень.

Буквами П та УП позначають проміжні й кутові проміжні опори, УА - кутові анкерні, КА - кінцеві анкерні, ОП –проміжні, ОА - відгалужені анкерні і т.д.

У позначенні дерев'яних опор додають через дефіс букву Д.

Уніфіковані дерев'яні опори ПЛ до 1 кВ мають у позначенні букву Н, а опори ПЛ для спільної підвіски проводів 1 кВ і 6-10 кВ - букву С.

Залізобетонні приставки позначають буквою Б, а дерев'яні - другою буквою Д. Крім того в позначення входять цифри, що позначають типорозмір опори, напруга лінії або висоту стійки.

Наприклад, КС -2ДД – дерев'яна кінцева опора з дерев'яною приставкою для спільної підвіски проводів ПЛ 1 і 6-10 кВ. Дерев'яні опори ПЛ на напругу 35-220 кВ позначають буквами П, В, З, Д, які відповідно означають: проміжні, анкерно-кутові, спеціальні й дерев'яні.

Цифрами позначають напругу ПЛ і умовний типорозмір опори (непарний - для одноланцюгових і парний - для дволанцюгових).

Наприклад, УД 220-1 означає, що опора анкерно-кутова, одноланцюгова на напругу 220 кВ.

Металеві й залізобетонні опори ПЛ на напругу 35-330 кВ мають наступну систему позначень. Буквами П і ПС позначають проміжні опори, ПВС - проміжні із внутрішніми зв'язками, ПУ або ПУС - проміжні кутові, ПП - проміжні перехідні, В або ВУС анкерно-кутові, К або КС - кінцеві, Б - залізобетонні (відсутність букви означає, що опора сталева).

Цифри після букв, вказують напругу лінії, а цифри після дефіса - типорозмір опори. У позначенні проміжних опор можуть додаватися букви В і Т, коли ці опори використовують в якості кутових і із тросостійкою. Наприклад, ПБ 110-1Т - проміжна одноланцюгова одностоякова залізобетонна опора із тросостійкою на напругу 110 кВ.

### **Залізобетонні опори**

Дані опори застосовують для спорудження ліній ПЛ до 750 кВ.

До їх достоїнств слід віднести високий термін служби, скорочення часу на складання опор у порівнянні з дерев'яними й металевими опорами, а також низькі експлуатаційні витрати.

Основним недоліком залізобетонних опор є їх велика вага, що викликає певні труднощі при їх транспортуванні й застосування спеціальної техніки великої вантажопідйомності при їх монтажі.

Опори ПЛ на 1, 6, 10 кВ випускають наступних типів: одностоякові (проміжні), одностоякові з підкосами й А-образні (кутові, кінцеві й анкерні).

Основними елементами залізобетонних опор є стійки, траверси, тросостійки й ригелі.

Стойки можуть мати круглий або прямокутний суцільний перетин. Конічні й циліндричні стійки виготовляють на спеціальних відцентрових машинах (центрифугах), які формують і ущільнюють бетон. Центрифуговані стійки застосовують на ПЛ практично всіх напруг. Відповідно змінюються геометричні розміри стійки. Так, наприклад, для ПЛ 1-10 кВ довжина конічної стійки становить 10-11 м за діаметра нижнього й верхнього торців відповідно 320 і 170 мм, а для ПЛ на напругу 35 кВ довжина конічної стійки вже перебуває в межах 22,5-26 м з діаметром комля до 650мм. Оснащення на таких опорах можуть

закріплюється хомутами або за допомогою болтових з'єднань через наскрізні отвори.

Стійки прямокутного перетину виготовляють шляхом вібрування бетону в спеціальних формах. Проміжні опори з віброваних стійок, як правило, забезпечують металевими траверсами. Розміри опор з віброваного попередньо напруженого залізобетону для повітряних ліній напругою до 1кВ.

Проміжна й кутова опори з віброваних стійок зображені на рис.10.3. Стійки цих опор оснащені закладними деталями з отворами, що дозволяє закріплювати металеві траверси за допомогою болтів.

До траверс приварюють штирі або гаки, на які встановлюють ізолятори.

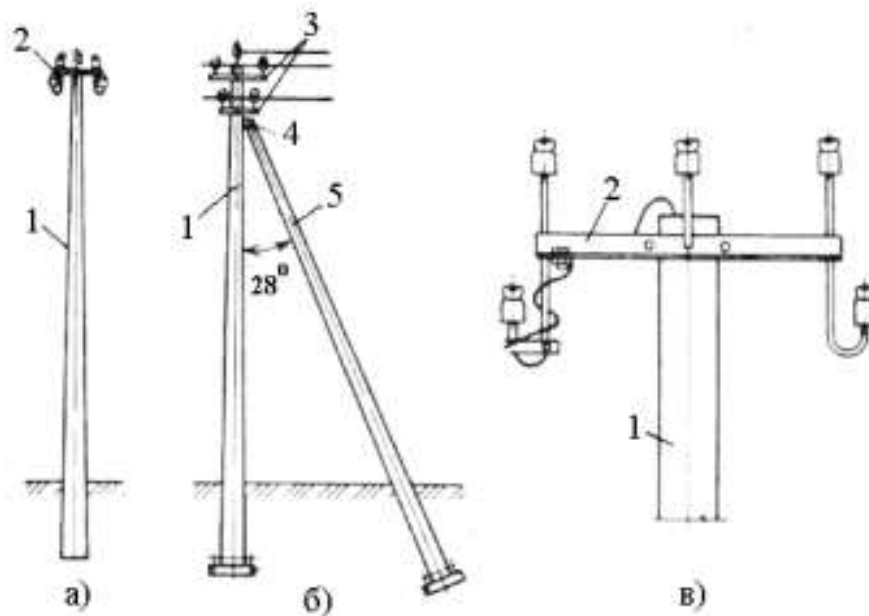


Рисунок 10.3 - Залізобетонні опори ПЛ до 1 кВ із віброваними стійками: а) проміжна, б) кутова, в) верхівка проміжної опори з траверсою; 1 – стійка; 2, 3 - траверси проміжної й кутової опор; 4 - кронштейн для кріплення підкоса; 5 - підкіс.

Основні розміри опор з віброваного попередньо напруженого залізобетону для ПЛ напругою 6 і 10 кВ, наведе.

Дані опори розраховані на підвіску проводів А-25 - А-70; АС-25 - АС-50.



Проміжна одностоякова опора із центрифугованою стійкою на напругу 6 - 10 кВ наведена на рис. 3.5а.

До стійки наскрізними болтами й розкосами кріплять стандартні дерев'яну або металеву траверси, а також верхівковий штир. Для з'єднання стійок в анкерній опорі (рис.3.5б) використовують металеву пластину й підтраверсники.

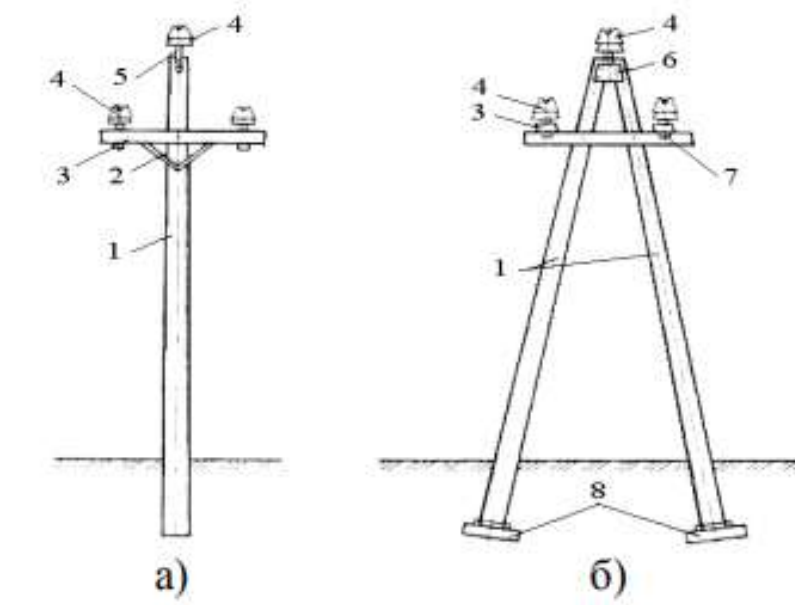


Рисунок 10.4 - Залізобетонні опори ПЛ на напругу 6-10 кВ із центрофугованих стійок: а) проміжна; б) анкерна; 1 - стійка; 2 - розкоси; 3 - траверси; 4 - ізолятори; 5 - верхівковий штир; 6 - металева пластина; 7- підтраверсники; 8 - анкерно-опорні плити.

Опори ПЛ на 35-500 кВ являють собою одностоечні й порталні конструкції, основними елементами яких є стійка, траверса й тросостійка

. На ПЛ 35-220 кВ використовують проміжні одностоякові вільностоячі одно- і дволанцюгові опори із циліндричними й конічними стійками (рис.10.6 а,б), а на ПЛ 330-500 кВ - одноланцюгові порталні опори з металевими траверсами (рис.3.6 в).

З метою усунення можливості потрапляння вологи до середини стійок, на її торцях встановлюють кришки - заглушки, а нижню частину обробляють гідроізоляційним складом. Такі кришки встановлені в нижній частині стійок, крім того, збільшують площу тиску на ґрунт і, відповідно, міцність її закладення.

На напругу 35-110 кВ, як кутові опори, використовують одностоякові залізобетонні опори з відтягненнями. 16 Рис. 3.6 –

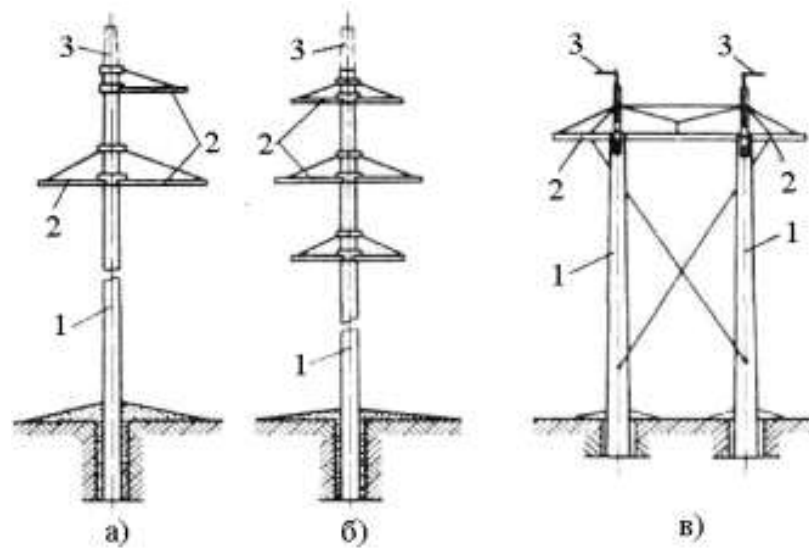


Рисунок 10.6 - Проміжні залізобетонні опори: а), б) - одностоякові одно- та дволанцюгові для ПЛ 35-220 кВ; в) портална з металевою траверсою «рівного опору» для ПЛ 500 кВ; 1 - стійка, 2 - траверси, 3 – тросостійка

Одностоякові вільностоячі залізобетонні опори з діаметром стійок 800мм застосовують на ПЛ 110-330 кВ у якості кінцевих, кутових і анкерних опор. Для забезпечення заземлення в середині, вздовж стійки в бетоні прокладають спеціальний заземлюючий спуск. 3.

### Металеві опори

Металеві опори виготовляють зі сталі або алюмінієвих сплавів. Застосовують їх на ПЛ електропередачі практично всіх напруг.

Маючи велику механічну міцність, ці опори, як правило, використовують в районах з важкими кліматичними умовами, в гірській місцевості або на важкодоступних трасах. Їх також застосовують в якості кутових і анкерних опор для ПЛ 110-500 кВ, а також перехідних опор для переходів великої довжини.

Основними недоліками металевих опор є їх більша у порівнянні із залізобетонними опорами вартість, а також низька корозійна стійкість.

За конструкцією сталеві опори розділяються на одностоякові або баштові й порталні, а за способом закріплення в ґрунт - вільностоячі й з відтягненнями.

При розмірі нижньої частини 2,7 метра й більше одностоякові опори називаються широкобазими, а менше - вузькобазими.

Основними елементами металевих опор є стовбур, траверси й тросостійка (рис. 10.7).

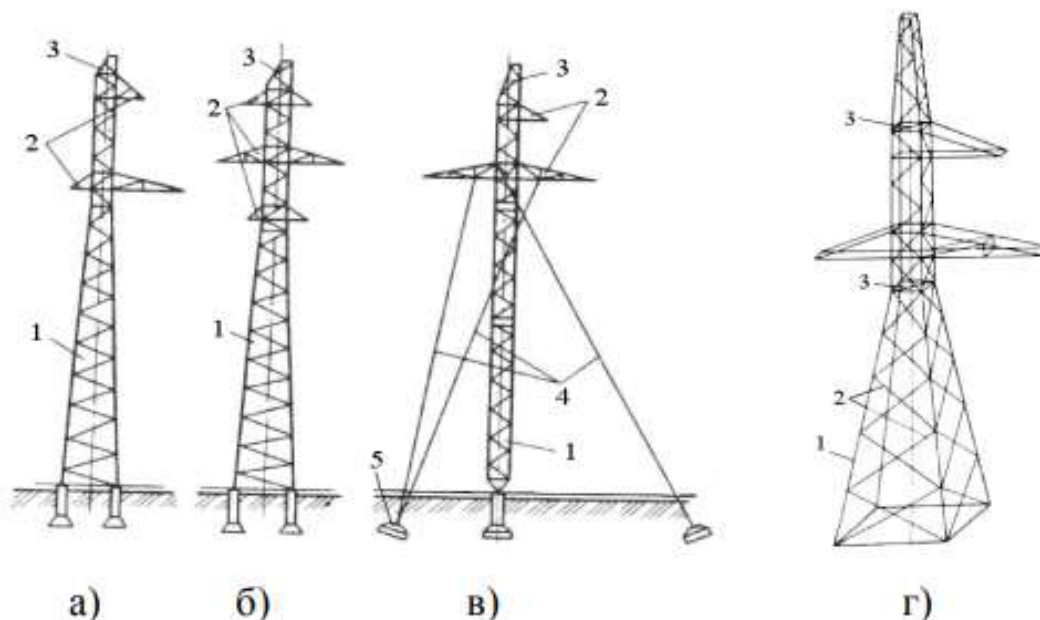


Рисунок 10.7 - Проміжні металеві опори: а), б) - вільностояча одно- і дволанцюгова баштового типу; в) одноланцюгова з відтягненнями: 1 -стовбур, 2 - траверси, 3 -тросостійка, 4 -відтягнення, 5- анкерна плита; г) - елементи стовбура металеві опори: 1- пояс, 2- ґрати, 3 - діафрагма.

Стовбур, як правило, виконують у вигляді чотиригранної усіченої піраміди зі сталевого прокату та складається з: поясу, ґрат й діафрагми. Ґрати, в свою чергу, складаються з розкосів і розпірок, а також додаткових зв'язків.

Залежно від способу з'єднання елементів, опори діляться на зварені й болтові. Виготовлені на підприємствах у вигляді окремих просторових секцій, вони доставляються на трасу ПЛ, де й відбувається їхнє остаточне складання.

Траверси одностоякових опор мають звичайну плоску рамну або просторову конструкцію й виконані з швелерів. Для підвіски грозозахисних тросів на вершині стовбура опори встановлюють тросостійку у вигляді усіченої піраміди.

Тросостійки порталних опор, як правило, кріплять на траверсах. Пояси стовбурів вільностоячих опор кінчаються внизу опорними черевиками, які кріпляться до фундаменту анкерними болтами. Стовбури опор з відтягненнями кріпляться до фундаменту спеціальними шарнірними п'ятами

Конструкції проміжних опор ПЛ 220 і 330 кВ аналогічні опорам 110 кВ, але мають більшу відстань між проводами й відповідно – більшу довжину траверс. Деякі конструкції проміжних одноланцюгових опор на напругу 500- 1150кВ наведені на рис. 10.8.

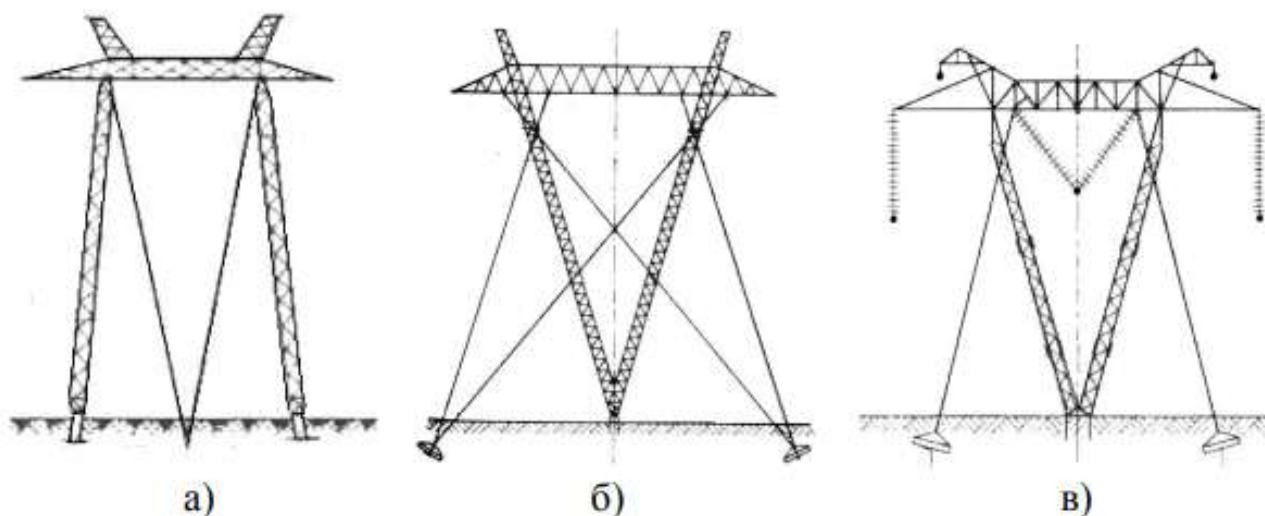


Рисунок 10.8 - Сталеві проміжні опори: а) - одноланцюгова опора на відтягненнях ПЛ 500 кВ; б) - одноланцюгова опора ПЛ 750кВ; в) - одноланцюгова опора на відтягненнях ПЛ 1150 кВ

Як правило, застосовуються одноланцюгові й дволанцюгові металеві опори. З метою зменшення земельних площ, що відводяться під лінії електропередачі були розроблені конструкції багатоланцюгових опор. Один з варіантів 4-х ланцюгових металевих проміжних і анкерно-кутових опор для ПЛ напругою 110-150 кВ наведений на рис. 10.9.

Анкерно-кутові опори ПЛ 35-330 кВ виготовляють також вільностоячими баштового типу. Через великі навантаження поперечні розміри стовбура цих опор значно збільшені, а висота підвіски нижнього проводу знижена. В останні роки

почали активно впроваджувати металеві опори, які збирають з довгомірних багатогранних елементів, виготовлених зі сталевго листа.[2].

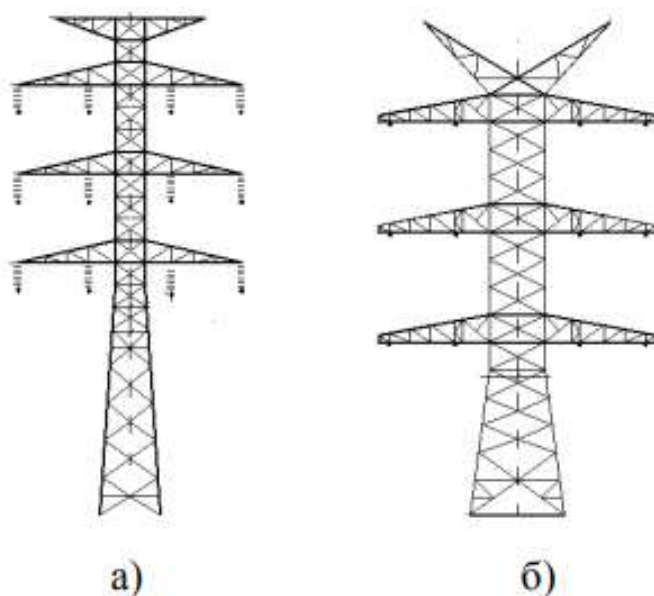


Рисунок 10.9 - Металеві чотирьохланцюгові опори на напругу 110-150 кВ:

а) проміжна; б) анкерно-кутова

Такі опори одержали назву металеві гнуті стійки (МГС). Виготовляють такі опори шляхом вигину сталевго листа з наступним зварюванням або з'єднанням його країв на ребрі або грані. Товщина сталевго листа може коливатися від 2 до 12 - 14 мм. Застосовувати меншу товщину листа не рекомендують у зв'язку зі зменшенням механічної міцності стійки. При збільшенні товщини листа погіршується якість звареного шва.

Перетин стійки в комлі лежить у діапазоні: 450 - 600 мм для стійок опор ПЛ 0,4 - 10 кВ. Для проміжних опор ПЛ напруги 110 - 500 кВ перетин перебуває в межах 750 - 900 мм.

У високовольтних одностоякових анкерно-кутових опор - 1,0 - 3,0 м. Подальше збільшення перетину стійки приводить до того, що площа землі, займана опорою, стає порівнянною із площею опори ґратчастої конструкції. Перетин вершини опори, як правило, перебуває в межах 200 - 400 мм, і

визначається конусністю стійки (відношенням перетину комля до перетину вершини), що розраховується, виходячи з необхідних міцностних характеристик.

Відповідно до вимог ПУЕ для забезпечення відстані, яку рекомендують, від нижнього проводу до землі, стійки виготовляються такої довжини: 9 - 13,5 м - для опор низьковольтної розподільної мережі; 22 - 26 (і більше) м - для опор високовольтних ПЛ.

Після доставки на пікет, складання опор проводять в наступній послідовності: складання багатогранної гнutoї стійки; складання траверс; монтаж траверс на стійку; установка пристосувань для підйому монтажника на опору; установка тимчасового устаткування для подальшого монтажу проведення й ізоляції.

Багатогранні гнуті стійки випускають із двома варіантами з'єднання секцій: телескопічним і фланцевим. При фланцевому варіанті з'єднання, секції опори з'єднуються й скручуються болтами. При телескопічному варіанті - секції опори лежачи насаджуються одна на іншу й стягаються за допомогою спеціального пристосування й ручних лебідок.

Траверси опор на МГС бувають двох типів: багатогранні й ґратчасті. Для ґратчастих траверс, що надходять на пікет у розібраному вигляді, складання здійснюється за звичайною технологією, відповідно до складальних креслень. Приєднання траверс до опори виконують на болтах або шпильках, залежно від проектного рішення. Далі монтуються пристосування для підйому монтажника на опору, які залежно від вимог замовника, можуть встановлюватися стаціонарно або демонтуватися після закінчення монтажу проводів. Залежно від типу опори, установка її виконується на анкерні болти фланцевого стику фундаменту або безпосередньо в пробурений котлован

. Основні достоїнства опор з металевих гнутих стійок полягають в наступному:

- використання комп'ютерних технологій дозволяє легко змінювати режими роботи згинальних машин без зміни оснащення, що дозволяє мати у виробництві базовий набір стійок із широким діапазоном зміни несучої здатності;

- витрата металовиробів на стійку багатогранної опори в 9 - 20 разів менше, ніж на стійку опори ґратчастої конструкції;

- трудомісткість складання опор із стійок багатогранного перетину в 7 - 8 разів нижче, ніж з болтовою ґратчастою опорою, та в 1,3 рази – в порівнянні із залізобетонною;

- зменшується маса опор ПЛ в 2,2 рази в порівнянні із залізобетонними;

- зменшується час на монтаж багатогранних опор ПЛ, оскільки вони мають, як правило, одну підставу, що в 4 рази зменшує витрати матеріалу на фундамент і в 12 разів знижує трудомісткість на пристрій котловану під циліндричний фундамент у порівнянні з фундаментами для ґратчастих конструкцій;

- несуча здатність стійок (траверс) опор легко може бути змінена в широких межах, як за рахунок товщини листового металу, так і за рахунок кута нахилу конуса;

- не потрібна спецтехніка для доставки МГС на пікет, що дозволяє скоротити час транспортування опор і, відповідно, вартість доставки;

- зменшується смуга відчуження, що робить мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище;

- збільшується термін служби опор у порівнянні із залізобетонними опорами;

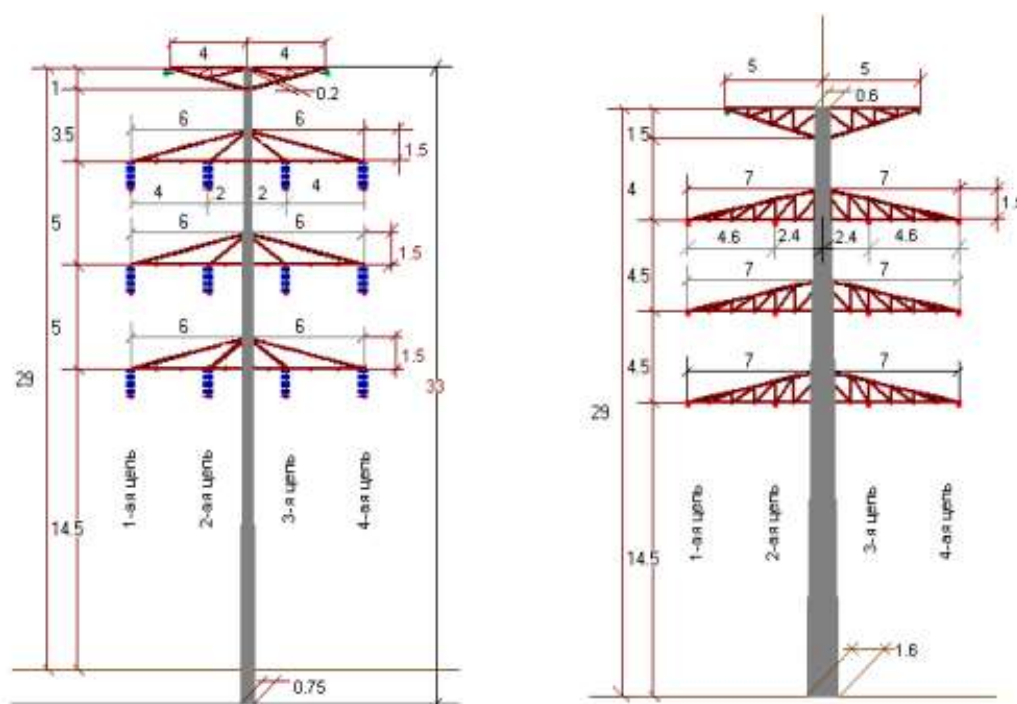
- капітальні витрати на 1 км ліній електропередач на 25-50% нижче, ніж при використанні залізобетонних і сталевих фермових опор;

- опори на основі багатогранних сталевих стійок володіють антивандальними властивостями.

Перший досвід будівництва ліній електропередачі в Росії підтвердив переваги багатогранних опор. Насамперед, ці переваги виявились при вирішенні транспортних проблем, причому, чим складніша транспортна схема, тим ефективніше застосування багатогранних опор. Крім того, обсяг будівельно-монтажних робіт в порівнянні із залізобетонними опорами скорочується практично в 2 рази за рахунок ваги й зменшення кількості опор.

У порівнянні із ґратчастими опорами, обсяг будівельномонтажних робіт знижується на порядок за рахунок зменшення питомих витрат на спорудження однієї опори. У Росії ВАТ «Промік» розробило серії вільностоячих одностоякових 4-х ланцюгових опор з вертикальним розташуванням ланцюгів (ПМГ 110-4УР, ПМГ 110-4УР+4 і УМГ 110-4УР) для ВЛ 110 кВ. [2.] Ці опори призначалися для умов проходження траси територією інтенсивної міської забудови (рис.10.10).

Для проходження 4-х ланцюгових ПЛ 110 кВ територією лісових масивів, ВАТ «Промік» розробило також серії вільностоячих одностоякових 4-х ланцюгових опор з горизонтальним розташуванням ланцюгів. Щоб підвищити надійність при такому розташуванні ланцюгів, передбачена збільшена ізоляція фаз верхніх ланцюгів на 40% у порівнянні з фазами нижніх ланцюгів.



Ескізи вільностоячих одностоякових 3-ланцюгових опор для ПЛ 110 - 220 кВ з двома грозозахисними тросами та 4-ярусним розташуванням проводів (ПМ220/ 110-3 і РОЗУМ220/ 110-3) наведені на рис. 10.11.

Слід зазначити, що організація виконує розробку опор ПЛ 110 - 220 кВ для конкретних умов. Основними типами опор є: проміжна опора ПМ 110-2 і анкерно-кутова опора УМ 110-2. Для цих опор виконують варіантну оптимізацію



конструкції, що полягає в техніко-економічному порівнянні варіантів. Кількість варіантів для оптимізації визначають перебором наступних параметрів: - стріла прогину проводу - 6, 8, 10, 12, 16 і 20 метрів - для проміжних опор; - висота підвісу нижнього проводу- 10,5 м - для анкерно-кутових опор; - кількість граней у секціях стійки - 8, 10, 12 - для проміжних опор і 10, 12, 16 - для анкерно-кутових опор; - розмір комля й верху стійки (конусність) - 500 - 200 мм, 600 - 200 мм, 700 - 200 мм - для проміжних опор і - 800 - 400 мм, 1000 - 400 мм, 1200 - 400 мм, 1600 - 400 мм, 1800 - 400 мм, 2000 - 400 мм - для анкерно-кутових опор.

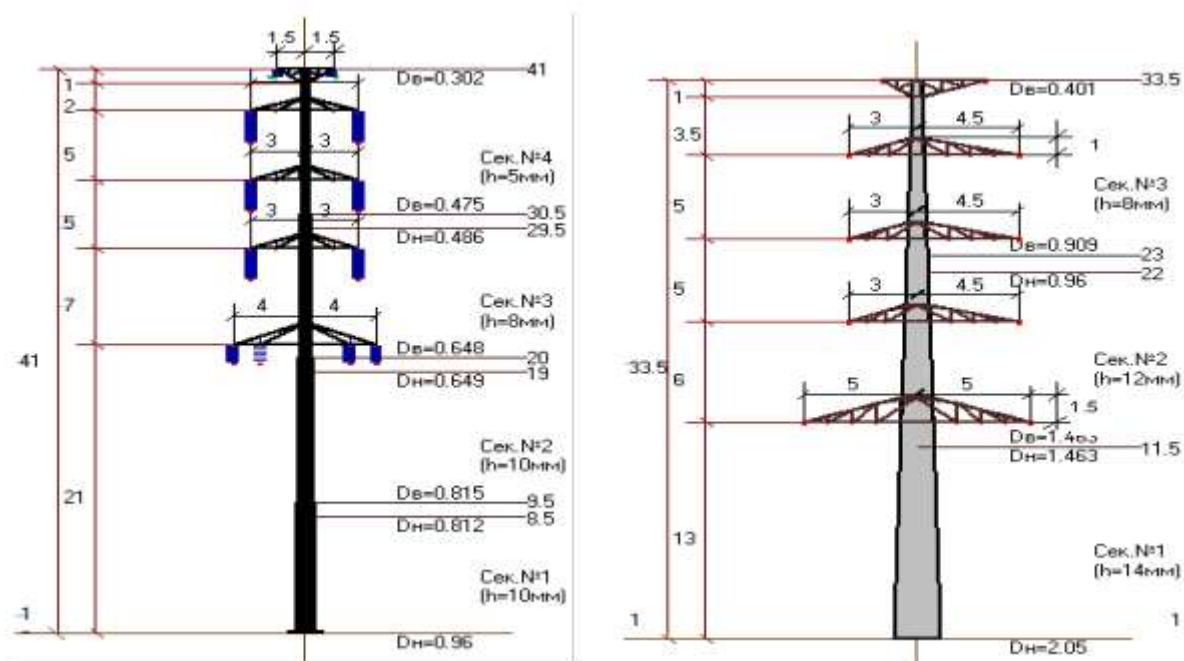


Рисунок. 10.11 – Вільностоячі одностоякові 3-ланцюгові опори для ПЛ 220/110 кВ із двома грозозахисними тросами й 4-х ярусним розташуванням проводів серії ПМ220/ 110-3 і УМ220/ 110-3.

Для кожного з варіантів виконують повний силовий розрахунок і визначають мінімально необхідну товщину сталі в кожній секції стійок і в кожному перетині через 0,1 м у діапазоні 4 - 14 мм із кроком 1 мм. При необхідності визначають конструкцію фланцевих з'єднань.

Визначення вартості 1 км ПЛ для кожного варіанта виконують з урахуванням наступних витрат: вартості металу для виготовлення МГС із урахуванням розкрою; вартості металу для виготовлення траверс; вартості металу

для виготовлення фланців; вартості металовиробів для стикування секцій, а також кріплення траверс і фланців; вартості металу й бетону для закріплення опор у ґрунті; заводських витрат на виготовлення МГС залежно від кількості граней; витрат на постійний відвід землі під опори; витрат на вирубку просіки; витрат на установку опор і фундаментів; витрати на арматуру та ізолятори.

Основні опори при оптимізації розраховують на підвіску проводів АС 240/32 і тросу для оптоволоконного зв'язку типу ОКГТ марки АС 66-6.3 . Анкерно-кутові опори при оптимізації розраховують на кут повороту траси не менше 60° .

Після проведення оптимізації основних опор і визначення їхньої конструкції, виконують визначення сфери застосування опор для інших марок проводів: АС 70/11, АС 95/16, АС 120/19, АС 150/24, АС185/29 і АС 300/39 (с визначенням товщини кожної секції) і визначення підтипу стійки для кожного проводу.

Для основної анкерно-кутової опори сфера її застосування (з визначенням товщини кожної секції) і підтип стійки, визначають для різних кутів повороту траси: від 0 до 20° , від 20 до 40° , від 40 до 60° , від 60 до 75° , від 75 до 90° . Однак, не слід розглядати МГС як деякі універсальні конструкції, які дозволяють замінити всі відомі типи опор ПЛ електропередачі.

Раціональний підхід до визначення сфери застосування МГС дозволяє багато в чому істотно зменшити витрати на будівництво ПЛ і їхню подальшу експлуатацію. Для кожного конкретного випадку ефективність застосування того або іншого типу опор залежить від різних факторів.

До таких факторів можна віднести: кліматичні умови району, особливості технічного завдання на будівництво об'єкта, близькість виробництва того або іншого типу опор і т.ін.

У зв'язку з різноманіттям умов будівництва доцільно попередньо оцінити сферу ефективного застосування конкретних типів МГС. Це дозволить уникнути необґрунтованих витрат під час будівництва ПЛ і прискорить одержання економічного ефекту від реалізації конкретних проектів.

В електричних мережах напругою до 10 кВ економічно ефективніше є застосування залізобетонних опор, які мають в 5-6 разів меншу вартість у порівнянні з металевими.

Однак, у важкодоступних районах застосування МГС істо- 25 тно зменшує витрати на транспорт і монтаж ліній у зв'язку з чим металеві опори стають на 30% ефективніше залізобетонних. Слід зазначити, що при розрахунку економічної ефективності не враховувалися характеристики надійності електричних мереж.

Досвід експлуатації електричних мереж 0,4 - 10 кВ свідчить, що в разі виникнення екстремальних метеорологічних умов найбільшому руйнуванню піддаються електричні мережі на базі трапецеїдальних стійок з віброваного бетону. У зв'язку з цим оцінку доцільності застосування опор на МГС в електричних мережах 0, 4-10 кВ слід проводити з урахуванням втрат від аварій, терміну служби й експлуатаційних витрат.

Найбільш повно свої переваги багатогранні опори проявляються в електричних мережах 35 - 220 кВ. У порівнянні з ЛЕП із центрифугованими бетонними опорами лінії з опорами МГС дешевше на 6-10 %.

Основним фактором, що забезпечує перевагу багатогранних опор, є збільшення пролітних відстаней в 1,5-2 рази. Порівняння вартості будівництва ЛЕП на багатогранних і ґратчастих опорах показало, що практично за всіма складовими витрат використання опор на МГС економічно доцільніше. Вартість 1 км ліній даного класу на ґратчастих опорах виявляється на 35-40 % вища. Як і в мережах 0, 4-10 кВ переваги опор на МГС зростають при будівництві ЛЕП у важкодоступних районах.

Слід також зазначити, що при використанні опор на МГС скорочується час будівництва ПЛ. В електричних мережах напругою 330 - 500 кВ, як показали результати розрахунків, застосування залізобетонних опор економічно недоцільне. Порівняння опор на МГС і металевих ґратчастих опор показало, що для ПЛ 330 кВ обидва типи опор рівно ефективні.

Для ПЛ 500 кВ ґратчасті опори мають певні переваги. Обумовлено це збільшенням маси багатогранної опори, а також збільшенням вартості

фундаменту. Досвід будівництва ліній електропередачі на багатогранних опорах накопичений як у нашій країні, так і закордоном, свідчить, що цей напрямок може стати одним із перспективних у мережному будівництві. Проблеми, які мають місце сьогодні, не носять принципового характеру й можуть бути вирішені при незначних обсягах інвестицій.

#### **10.4 Вибір конструкції проводів, тросів**

Переріз проводів ПЛ визначають за двома умовами:

- за умови побудови ПЛ як елемента електричної мережі, яка спроможна забезпечити передавання електроенергії із якістю, передбаченою державними стандартами, із мінімальними технічними втратами енергії;
- за умови забезпечення достатньої механічної міцності проводів.

Величину перерізу струмопровідної частини проводів ПЛ напругою до 20 кВ обчислюють на підставі електричних розрахунків мережі, або ділянок мережі, які утворені цією ПЛ. Для ПЛ до 1 кВ переріз СП додатково перевіряють за допустимим струмом навантаження з урахування сонячної радіації та на термічну стійкість до струмів короткого замикання. Величини перерізу струмопровідної частини проводів ПЛ нового будівництва напругою понад 20 кВ встановлені нормативно в главі 2.5 ПУЕ:2006, (п.2.5.86), де зафіксовані найбільш доцільні мінімальні перерізи проводів ПЛ, виходячи із функцій ПЛ в електричній мережі відповідної напруги.

Унормовані параметри проводів ПЛ напругою понад 20 кВ (переріз струмопровідної частини із алюмінію та алюмінієвих сплавів та кількість проводів в фазі) наведені в таблиці 10.1. Конструкція фази, яка виконана відповідно до цієї таблиці, задовольняє вимогам обмеження напруженості електричного поля на поверхні проводів до рівнів, припустимих за короною і радіоперешкодами на абсолютних висотах місцевості до 1000 м над рівнем моря.

Переріз грозозахисних тросів ПЛ визначають виходячи з умови забезпечення достатньої механічної міцності тросу (із перевіркою його термічної стійкості, якщо трос підвішують без ізоляторів). У разі організації зв'язку по

тросу здійснюють вибір параметрів його алюмінієвої або оптико-волоконної частини.

Дані щодо мінімально припустимих перерізів проводів, тросів та співвідношень алюміній/сталь проводів за умовами достатньої механічної міцності наведені в таблиці 10.2.

Таблиця 10.1 – Кількість і мінімальний переріз проводів ПЛ нового будівництва напругою понад 20 кВ

| Напруга, кВ | Номінальний переріз проводу за алюмінієм, мм <sup>2</sup> | Кількість проводів у фазі | Примітки   |
|-------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|------------|
| 35          | 70,95                                                     | 1                         | Примітка 1 |
|             | 120                                                       | 1                         |            |
| 110         | 120                                                       | 1                         | Примітка 2 |
|             | 240                                                       | 1                         |            |
| 150         | 240                                                       | 1                         |            |
| 220         | 400                                                       | 1                         |            |
| 330         | 400                                                       | 2                         |            |
| 400         | 400                                                       | 2                         |            |
| 500         | 300                                                       | 3                         |            |
| 750         | 300                                                       | 5                         |            |

Примітки. 1. Стосується ПЛ 35 кВ, які є відгалуженням від існуючих магістральних ліній 35 кВ з перерізом проводів 70, 95 мм<sup>2</sup> або є продовженням таких магістралей.

2. Стосується ПЛ 110 кВ для живлення споживачів на потужність до 20 МВт або для видачі потужності електростанцій з кількістю годин використання встановленої потужності до 2500 (вітрові, газотурбінні пікові електростанції тощо).

Таблиця 10.2 – Мінімально припустимі перерізи проводів, тросів та співвідношення алюміній/сталь за умовами механічної міцності

| Напруга, кВ                        | Ділянки ПЛ                                                                                                                          | Район за ожеледдю | А, АН                                               | АЖ | АС    | С  | Трос |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------|----|-------|----|------|
| <b>Умови застосування проводів</b> |                                                                                                                                     |                   | <b>Мінімальний переріз проводів, мм<sup>2</sup></b> |    |       |    |      |
| До 1 кВ                            | Магістраль ПЛ, ПЛІ або лінійне відгалуження                                                                                         | 1-3               | 25(25)                                              | 25 | 25    | -  | -    |
|                                    |                                                                                                                                     | 4-6               | 35(25)                                              | 25 | 25    | -  | -    |
|                                    | Відгалуження СП до вводу в будівлю                                                                                                  | 1-6               | 16                                                  | -  | -     | -  | -    |
| Понад 1 кВ                         | Без перетинів та у прогонах перетину із автодорогами, тролейбусними і трамвайними лініями та залізницями не загального користування | 1, 2              | 70                                                  | 50 | 35/6  | 35 | -    |
|                                    |                                                                                                                                     | 3, 4              | 95                                                  | 50 | 50/8  | 35 | -    |
|                                    |                                                                                                                                     | 5, 6              | -                                                   | 70 | 70/11 | 35 | -    |
|                                    | Прогони перетину із судноплавними річками та відповідальними інженерними спорудами                                                  | 1, 2              | 70                                                  | 50 | 50/8  | 50 | -    |
|                                    |                                                                                                                                     | 3, 4              | 95                                                  | 70 | 50/8  | 50 | -    |
|                                    |                                                                                                                                     | 5, 6              | -                                                   | 70 | 70/11 | 50 | -    |
|                                    | На двоколових та багатоколових опорах ПЛ до 20 кВ                                                                                   | 1-6               | -                                                   | 70 | 70/11 | -  | -    |
| <b>Умови застосування тросів</b>   |                                                                                                                                     |                   | <b>Мінімальний переріз тросів, мм<sup>2</sup></b>   |    |       |    |      |
| 35 кВ                              | Одноколові ПЛ без перетинів і у прогонах перетинів із інженерними спорудами                                                         | 1, 2              | -                                                   | -  | -     | -  | 35   |
|                                    |                                                                                                                                     | 3-6               | -                                                   | -  | -     | -  | 50   |
|                                    | На двоколових та багатоколових опорах                                                                                               | 1-6               | -                                                   | -  | -     | -  | 50   |
| Понад 35 кВ                        | Без обмежень                                                                                                                        | 1-6               | -                                                   | -  | -     | -  | 50   |

| Співвідношення алюміній/сталь у перерізі |                               |     | Рекомендований переріз проводів АС (алюмінієва частина), мм <sup>2</sup> |   |                 |   |   |
|------------------------------------------|-------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------|---|-----------------|---|---|
| Понад 1 кВ                               | А/С понад 7,5                 | 1-3 | -                                                                        | - | 240 і понад 240 | - | - |
|                                          | А/С = 6,0-6,25                | 1-3 | -                                                                        | - | менш ніж 240    | - | - |
|                                          | А/С до 7,5-8,0                | 4-6 | -                                                                        | - | понад 400       | - | - |
|                                          | А/С до 6,0                    | 4-6 | -                                                                        | - | менш ніж 120    | - | - |
|                                          | А/С = 4,0-4,5                 | 4-6 | -                                                                        | - | 120-400         | - | - |
|                                          | Великі переходи А/С = 0,5-2,5 | 4-6 | -                                                                        | - | Понад 400       | - | - |

**Примітка.** В дужках наведений переріз СІП із 4-ма утримними жилами

#### Технічні характеристики проводів і тросів

В розділі наведені конструктивні параметри, що використовують у механічних розрахунках неізольованих проводів і тросів, які виготовлені відповідно до ГОСТ 839-80, ГОСТ 3063-80, а також відповідно до технічних умов на самоутримні ізольовані проводи (СІП) для напруги до 1 кВ і вимог до проектування ПЛІ до 1 кВ із СІП (ГКД 34.20.175-2002).

У разі застосування оптико-волоконних кабелів в якості грозозахисних тросів їх конструктивні параметри належить визначати за даними виробників, або за ГКД 34.48.151-2003 «Проектування, будівництво та експлуатація волоконно-оптичних ліній зв'язку по повітряних лініях електропередавання».

Конструктивні параметри самоутримних ізольованих проводів для напруги до 1 кВ наведені в таблиці 10, проводів із алюмінієвих сплавів (марки А, АН, АЖ)

в таблиці 3.1.4, сталелегалюмінієвих проводів (марки АС) в таблиці 3.1.5, тросів в таблиці 3.1.6.

В таблицях застосовані такі позначення параметрів:

$d$  – діаметр проводу, тросу, мм;

$E$  – модуль пружності, МПа;

$\alpha$  – температурний коефіцієнт лінійного подовження, град<sup>-1</sup>;

$\sigma_p, \sigma_{ep}$  – напруження розриву, МПа;

$\sigma_{нб}$  – допустиме напруження під дією найбільших навантажень або при найнижчій температурі, МПа;

$\sigma_{cp}$  – допустиме напруження при середньорічній температурі, МПа;

$\gamma_1$  – питоме навантаження від власної ваги (див. табл. 10.8), МПа/м.

Таблиця 10.3 – Конструктивні параметри самоутримних ізольованих проводів для напруги до 1 кВ

| Кількість і переріз жил, мм <sup>2</sup> | $d$ , мм | Кількість утр. жил | Загальн. переріз утр. жил, мм <sup>2</sup> | $E$ 10 <sup>4</sup> , МПа | $\alpha$ 10 <sup>-6</sup> , град <sup>-1</sup> | $\sigma_p$ , МПа | $\sigma_{нб}$ , МПа | $\sigma_{cp}$ , МПа | Маса, кг/км | $\gamma_1$ 10 <sup>-2</sup> , МПа/м |
|------------------------------------------|----------|--------------------|--------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------------------------------|
| <b>Проводи марки AsXS</b>                |          |                    |                                            |                           |                                                |                  |                     |                     |             |                                     |
| 1x16                                     | 7,1      | 1                  | 15,9                                       |                           |                                                | 182              | 73                  | 55                  | 72          | 4,44                                |
| 1x25                                     | 8,7      |                    | 24,9                                       |                           |                                                | 174              | 70                  | 52                  | 107         | 4,22                                |
| 1x35                                     | 9,8      |                    | 34,9                                       |                           |                                                | 169              | 68                  | 51                  | 133         | 3,74                                |
| 1x50                                     | 11,6     |                    | 50,1                                       |                           |                                                | 164              | 66                  | 49                  | 187         | 3,66                                |
| 1x70                                     | 13,0     |                    | 69,6                                       |                           |                                                | 162              | 65                  | 49                  | 247         | 3,48                                |



|           |      |       |       |      |      |     |    |      |      |      |
|-----------|------|-------|-------|------|------|-----|----|------|------|------|
| 2x16      | 14,2 | 2     | 31,8  | 6,25 | 23,0 | 156 | 55 | 47   | 142  | 4,38 |
| 2x25      | 17,4 |       | 49,9  |      |      |     |    |      | 215  | 4,23 |
| 2x35      | 19,6 |       | 69,8  |      |      |     |    |      | 266  | 3,74 |
| 4x35      | 23,7 | 4     | 139,6 | 6,25 | 23,0 | 154 | 54 | 46   | 532  | 3,74 |
| 4x35+25   | 25,0 |       |       |      |      |     |    |      | 636  | 4,47 |
| 4x35+50   | 25,5 |       |       |      |      |     |    |      | 667  | 4,69 |
| 4x50      | 28,0 |       | 749   |      |      |     |    |      | 3,67 |      |
| 4x50+25   | 29,0 |       | 849   |      |      |     |    |      | 4,16 |      |
| 4x50+35   | 29,5 |       | 881   |      |      |     |    |      | 4,31 |      |
| 4x50+2x25 | 30,0 |       | 951   |      |      |     |    |      | 4,66 |      |
| 4x50+2x35 | 31,0 |       | 1014  |      |      |     |    |      | 4,96 |      |
| 4x70      | 31,5 |       | 988   |      |      |     |    |      | 3,48 |      |
| 4x70+25   | 33,5 |       | 1091  |      |      |     |    |      | 3,84 |      |
| 4x70+35   | 34,0 | 1123  | 3,96  |      |      |     |    |      |      |      |
| 4x70+2x25 | 34,5 | 1193  | 4,20  |      |      |     |    |      |      |      |
| 4x70+2x35 | 35,3 | 1256  | 4,43  |      |      |     |    |      |      |      |
| 4x95      | 36,0 | 378,9 | 6,25  | 23,0 | 154  | 54  | 46 | 1330 | 3,44 |      |
| 4x95+25   | 38,0 |       |       |      |      |     |    | 1430 | 3,70 |      |
| 4x95+35   | 38,5 |       |       |      |      |     |    | 1462 | 3,79 |      |
| 4x95+2x25 | 39,0 |       |       |      |      |     |    | 1533 | 3,97 |      |
| 4x95+2x35 | 39,5 |       |       |      |      |     |    | 1595 | 4,13 |      |

## Продовження таблиці 10.3

| Кількість і переріз жил, мм <sup>2</sup> | d, мм | Кількість утр. жил | Загальн. переріз утр.жил, мм <sup>2</sup> | E 10 <sup>4</sup> , МПа | $\alpha$ 10 <sup>-6</sup> , град <sup>-1</sup> | $\sigma_p$ , МПа | $\sigma_{нб}$ , МПа | $\sigma_{ср}$ , МПа | Маса, кг/км | $\gamma_1$ 10 <sup>-2</sup> , МПа/м |      |       |
|------------------------------------------|-------|--------------------|-------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------------------------------|------|-------|
| <b>Проводи марки AsXS (продовження)</b>  |       |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     |             |                                     |      |       |
| 4x120                                    | 39,7  | 4                  | 481,2                                     | 6,25                    | 23,0                                           | 153              | 54                  | 46                  | 1635        | 3,33                                |      |       |
| 4x120+25                                 | 41,0  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     | 1736        | 3,54                                |      |       |
| 4x120+35                                 | 41,5  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     | 1767        | 3,60                                |      |       |
| 4x120+2x25                               | 42,0  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     | 1837        | 3,75                                |      |       |
| 4x120+2x35                               | 43,0  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     | 1901        | 3,88                                |      |       |
| <b>Проводи марки САПш, САСПш</b>         |       |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     |             |                                     |      |       |
| 2x16                                     | 14,2  | 2                  | 31,8                                      | 6,25                    | 23,0                                           | 292              | 102                 | 88                  | 133         | 4,10                                |      |       |
| 3x10+16                                  | 13,7  | 1                  | 15,9                                      |                         |                                                |                  | 117                 |                     | 181         | 11,17                               |      |       |
| 3x16+25                                  | 16,7  |                    | 24,9                                      |                         |                                                |                  | 280                 |                     | 112         | 84                                  | 278  | 10,95 |
| 3x25+35                                  | 19,2  |                    | 34,9                                      |                         |                                                |                  | 275                 |                     | 110         | 83                                  | 399  | 11,22 |
| 3x35+50                                  | 22,8  |                    | 50,1                                      |                         |                                                |                  | 256                 |                     | 103         | 77                                  | 553  | 10,83 |
| 3x50+70                                  | 26,0  |                    | 69,6                                      |                         |                                                |                  | 246                 |                     | 98          | 74                                  | 751  | 10,59 |
| 3x70+95                                  | 29,9  |                    | 94,7                                      |                         |                                                |                  | 203                 |                     | 81          | 61                                  | 1030 | 10,67 |
| 3x95+95                                  | 32,7  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     |             |                                     | 1247 | 12,92 |
| 3x120+95                                 | 34,2  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     |             |                                     | 1503 | 15,57 |
| 3x25+35+25                               | 25,4  |                    | 34,9                                      |                         |                                                |                  | 275                 |                     | 110         | 83                                  | 501  | 14,08 |
| 3x35+50+25                               | 26,1  |                    | 50,1                                      |                         |                                                |                  |                     |                     |             |                                     | 654  | 12,81 |
| 3x50+70+25                               | 29,4  |                    | 69,6                                      |                         |                                                |                  | 246                 |                     | 98          | 74                                  | 853  | 12,02 |
| 3x70+95+25                               | 33,4  |                    | 94,7                                      |                         |                                                |                  | 203                 |                     | 81          | 61                                  | 1132 | 11,73 |
| 3x95+95+25                               | 37,1  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     |             |                                     | 1348 | 13,96 |
| 3x120+95+25                              | 39,0  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     |             |                                     | 1605 | 16,63 |
| 3x35+50+35                               | 26,7  |                    | 50,1                                      |                         |                                                |                  | 275                 |                     | 110         | 83                                  | 691  | 13,53 |
| 3x50+70+35                               | 29,9  |                    | 69,6                                      |                         |                                                |                  | 246                 |                     | 98          | 74                                  | 889  | 12,53 |
| 3x70+95+35                               | 33,8  |                    | 94,7                                      |                         |                                                |                  | 203                 |                     | 81          | 61                                  | 1169 | 12,11 |
| 3x95+95+35                               | 37,4  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     |             |                                     | 1385 | 14,35 |
| 3x120+95+35                              | 39,3  |                    |                                           |                         |                                                |                  |                     |                     |             |                                     | 1642 | 17,01 |

## Закінчення таблиці 10.3

| Кількість і переріз жил, мм <sup>2</sup> | d, мм | Кількість утр. жил | Загальн. переріз утр.жил, мм <sup>2</sup> | E 10 <sup>4</sup> , МПа | $\alpha 10^{-6}$ , град <sup>-1</sup> | $\sigma_p$ , МПа | $\sigma_{нб}$ , МПа | $\sigma_{ср}$ , МПа | Маса, кг/км | $\gamma_1 10^{-2}$ , МПа/м |       |
|------------------------------------------|-------|--------------------|-------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------|
| <b>Проводи марки АМКА, АМКА-Т</b>        |       |                    |                                           |                         |                                       |                  |                     |                     |             |                            |       |
| 1x16+25                                  | 11,0  | 1                  | 24,9                                      | 6,25                    | 23,0                                  | 295              | 118                 | 89                  | 140         | 5,52                       |       |
| 3x16+25                                  | 20,0  |                    |                                           |                         |                                       |                  |                     |                     | 270         | 10,64                      |       |
| 3x25+35                                  | 23,0  |                    |                                           |                         |                                       |                  |                     |                     | 390         | 10,96                      |       |
| 3x35+50                                  | 27,0  |                    |                                           |                         |                                       | 50,1             | 283                 | 113                 | 85          | 530                        | 10,38 |
| 3x50+70                                  | 31,0  |                    |                                           |                         |                                       | 69,6             | 295                 | 118                 | 89          | 700                        | 9,87  |
| 3x70+95                                  | 36,0  |                    |                                           |                         |                                       | 94,7             |                     |                     |             | 990                        | 10,26 |
| 3x120+95                                 | 42,0  |                    |                                           |                         |                                       | 1510             |                     |                     |             | 15,64                      |       |
| 4x16+25                                  | 22,0  |                    |                                           |                         |                                       | 24,9             | 330                 | 13,00               |             |                            |       |
| 4x25+35                                  | 25,0  |                    |                                           |                         |                                       | 34,9             | 490                 | 13,77               |             |                            |       |

Таблиця 10.4 – Конструктивні параметри проводів із алюмінію і алюмінієвих сплавів (марки А, АН, АЖ)

| Номинал. переріз, мм <sup>2</sup> | d, мм | Переріз, мм <sup>2</sup> | E 10 <sup>4</sup> , МПа | $\alpha 10^{-6}$ , гр. <sup>-1</sup> | $\sigma_{вр}$ , МПа |     |     | $\sigma_{нб}$ , МПа |    |     | $\sigma_{ср}$ , МПа |    |    | Маса, кг/км | $\gamma_1 10^{-2}$ , МПа/м |
|-----------------------------------|-------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----|-----|---------------------|----|-----|---------------------|----|----|-------------|----------------------------|
|                                   |       |                          |                         |                                      | А                   | АН  | АЖ  | А                   | АН | АЖ  | А                   | АН | АЖ |             |                            |
| 16                                | 5,1   | 15,9                     | 6,3                     | 23,0                                 | 160                 | 208 | 285 | 56                  | 83 | 114 | 48                  | 62 | 85 | 43          | 2,65                       |
| 25                                | 6,4   | 24,9                     |                         |                                      |                     |     |     |                     |    |     |                     |    |    | 68          | 2,68                       |
| 35                                | 7,5   | 34,3                     |                         |                                      |                     |     |     |                     |    |     |                     |    |    | 94          | 2,69                       |
| 50                                | 9,0   | 49,5                     |                         |                                      |                     |     |     |                     |    |     |                     |    |    | 135         | 2,68                       |
| 70                                | 10,7  | 69,3                     |                         |                                      |                     |     |     |                     |    |     |                     |    |    | 189         | 2,68                       |
| 95                                | 12,3  | 92,4                     |                         |                                      |                     |     |     |                     |    |     |                     |    |    | 252         | 2,68                       |
| 120                               | 14,0  | 117,0                    |                         |                                      |                     |     |     |                     |    |     |                     |    |    | 321         | 2,69                       |

Таблиця 10.5 – Конструктивні параметри сталевалюмінієвих провідів  
(марки АС)

| Номинальний<br>переріз,<br>мм <sup>2</sup> | d,<br>мм | Пере-<br>різ, <sub>2</sub><br>мм <sup>2</sup> | Sa/Sc          | E<br>10 <sup>4</sup> ,<br>МПа | $\alpha$<br>10 <sup>-6</sup> ,<br>гр. <sup>-1</sup> | $\sigma_{вр}$ ,<br>МПа | $\sigma_{нб}$ ,<br>МПа | $\sigma_{ср}$ ,<br>МПа | Маса,<br>кг/км | $\gamma_1$ 10 <sup>-2</sup> ,<br>МПа/м |     |        |      |
|--------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------------------------------|-----|--------|------|
| 16/2,7                                     | 5,6      | 18,7                                          | 6,0            | 8,25                          | 19,2                                                | 290                    | 102                    | 90                     | 64,9           | 3,40                                   |     |        |      |
| 25/4,2                                     | 6,9      | 29,0                                          |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 100,3          | 3,39                                   |     |        |      |
| 35/6,2                                     | 8,4      | 43,05                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 148,0          | 3,37                                   |     |        |      |
| 50/8                                       | 9,6      | 56,24                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 195,0          | 3,40                                   |     |        |      |
| 70/11                                      | 11,4     | 79,3                                          |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 276,0          | 3,41                                   |     |        |      |
| 95/16                                      | 13,5     | 111,3                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 385,0          | 3,39                                   |     |        |      |
| 120/19                                     | 15,2     | 136,8                                         | 6,11 ÷<br>6,28 |                               |                                                     |                        | 8,9                    |                        | 18,3           | 340                                    | 153 | 471,0  | 3,38 |
| 150/24                                     | 17,1     | 173,8                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 599,0  | 3,38 |
| 185/29                                     | 18,8     | 210,0                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 728,0  | 3,40 |
| 240/39                                     | 21,6     | 274,6                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 952,0  | 3,40 |
| 300/48                                     | 24,1     | 342,8                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 1186,0 | 3,39 |
| 400/64                                     | 27,7     | 453,5                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 1572,0 | 3,40 |
| 120/27                                     | 15,4     | 140,6                                         | 4,29 ÷<br>4,39 | 7,7                           | 19,8                                                | 280                    |                        | 126                    |                |                                        |     | 528,0  | 3,68 |
| 150/34                                     | 17,5     | 181,3                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 675,0  | 3,65 |
| 185/43                                     | 19,6     | 228,1                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 846,0  | 3,64 |
| 240/56                                     | 22,4     | 297,3                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 1106,0 | 3,65 |
| 300/66                                     | 24,5     | 354,3                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 1313,0 | 3,64 |
| 400/93                                     | 29,1     | 499,2                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 1851,0 | 3,64 |
| 150/19                                     | 16,8     | 166,8                                         | 7,71 ÷<br>8,04 |                               |                                                     |                        | 7,7                    |                        | 19,8           | 280                                    | 126 | 554,0  | 3,26 |
| 185/24                                     | 18,9     | 211,2                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 705,0  | 3,27 |
| 240/32                                     | 21,6     | 275,7                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        |                |                                        |     | 921,0  | 3,28 |

## Закінчення таблиці 10.5

| Номинальний<br>переріз,<br>мм <sup>2</sup> | d,<br>мм | Пере-<br>різ, <sub>2</sub><br>мм <sup>2</sup> | Sa/Sc          | E<br>10 <sup>4</sup> ,<br>МПа | $\alpha$<br>10 <sup>-6</sup> ,<br>гр. <sup>-1</sup> | $\sigma_{вр}$ ,<br>МПа | $\sigma_{нб}$ ,<br>МПа | $\sigma_{ср}$ ,<br>МПа | Маса,<br>кг/км | $\gamma_1$ 10 <sup>-2</sup> ,<br>МПа/м |
|--------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------------------------------|
| 300/39                                     | 24,0     | 339,6                                         | 7,71 ÷<br>8,04 | 7,7                           | 19,8                                                | 280                    | 126                    | 84                     | 1132,0         | 3,27                                   |
| 330/43                                     | 26,2     | 375,1                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 1255,0         | 3,28                                   |
| 400/51                                     | 27,5     | 445,1                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 1490,0         | 3,28                                   |
| 500/64                                     | 30,6     | 553,5                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 1852,0         | 3,28                                   |
| 600/72                                     | 33,2     | 652,2                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 2170,0         | 3,26                                   |
| 400/22                                     | 26,6     | 416,0                                         | 17,93          | 7,04                          | 21,5                                                | 210                    | 96                     | 64                     | 1261,0         | 2,97                                   |
| 500/27                                     | 29,4     | 507,6                                         | 18,09          |                               |                                                     |                        |                        |                        | 1537,0         | 2,97                                   |
| 185/128                                    | 23,1     | 315,0                                         | 1,46           | 11,4                          | 15,5                                                | 565                    | 254                    | 169                    | 1525,0         | 4,75                                   |
| 300/204                                    | 29,2     | 502,0                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 2428,0         | 4,74                                   |
| 500/336                                    | 37,5     | 826,0                                         |                |                               |                                                     |                        |                        |                        | 4005,0         | 4,76                                   |

Таблиця 3.1.6 – Конструктивні параметри тросів

| Марка<br>тросу      |                  | d,<br>мм | Пере-<br>різ, <sub>2</sub><br>мм <sup>2</sup> | E 10 <sup>4</sup> ,<br>МПа | $\alpha$ 10 <sup>-6</sup> ,<br>гр. <sup>-1</sup> | $\sigma_{вр}$ ,<br>МПа | $\sigma_{нб}$ ,<br>МПа | $\sigma_{ср}$ ,<br>МПа | Маса,<br>кг/км | $\gamma_1$ 10 <sup>-2</sup> ,<br>МПа/м |
|---------------------|------------------|----------|-----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------------------------------|
| АЖС 70/39           |                  | 13,3     | 104,7                                         | 11,65                      | 15,83                                            | 620                    | 279                    | 286                    | 484            | 4,53                                   |
| АС 70/72            |                  | 15,4     | 140,6                                         | 13,4                       | 14,5                                             | 690                    | 272                    | 207                    | 755            | 5,27                                   |
| АС 95/141           |                  | 19,8     | 232,2                                         | 13,4                       | 14,5                                             | 780                    | 308                    | 234                    | 1357           | 5,73                                   |
| линви<br>типу<br>ТК | 8.1-Г-1-Ж-Н-1370 | 8,1      | 38,46                                         | 18,5                       | 12,0                                             | 1200                   | 600                    | 420                    | 330            | 8,42                                   |
|                     | 9.1-Г-1-Ж-Н-1370 | 9,1      | 48,64                                         |                            |                                                  | 1230                   | 615                    | 430                    | 417,5          | 8,42                                   |
|                     | 11-Г-1-Ж-Н-1370  | 11,0     | 72,95                                         |                            |                                                  | 1230                   | 615                    | 430                    | 627,4          | 8,44                                   |

**Примітки.** 1. Позначення марки сталевий линви ТК (точечное касание) за ГОСТ 3063-80 становить таке – діаметр в мм, линва грузова (Г), першої марки (1), для жорстоких агресивних умов (Ж), скручена направо і яка не розкручується (Н), маркувальної групи 1372 МПа.

2. Сталеві линви типу ТК діаметром 8.1, 9.1 і 11.0 мм скорочено позначають на ПЛ як троси С 35, С 50 і С 70 відповідно.

### 10.5 Метод розрахунку міцності проводів і тросів

Механічну міцність проводів і тросів обчислюють за методом допустимих напружень. Розрахунки за цим методом виконують на підставі таких вихідних даних:

- постійних навантажень від власної ваги проводів, тросів відповідно до їх конструктивних параметрів (див. розділ 3.1.2) із коефіцієнтом надійності за навантаженням  $\gamma_{fm} = 1$ ;
- змінних кліматичних експлуатаційних навантажень із середніми періодами повторюваності, поданими в таблиці 6.1, та коефіцієнтами надійності за навантаженням  $\gamma_{fm}$  (відносно характеристичного навантаження) відповідно до таблиці 3.2.2.

Таблиця 10.7 – Середні періоди повторюваності експлуатаційних навантажень

| Класи безвідмовності                 | 1 КБ | 2 КБ | 3 КБ | 4 КБ |
|--------------------------------------|------|------|------|------|
| Середні періоди повторюваності, роки | 5    | 10   | 15   | 25   |

Основою для визначення змінних кліматичних навантажень для ліній у класах безвідмовності 1КБ – 3КБ є їх характеристичні значення для певних територій України, що надані на картах кліматичного районування.

Характеристичні значення відповідають навантаженням із середнім періодом повторюваності 50 років, які діють на проводи діаметром 10 мм на середній висоті 10 м від поверхні землі із інтервалом осереднення швидкості вітру 10 хвилин (для вітрових навантажень). Перерахунок характеристичних

навантажень на експлуатаційні виконують шляхом множення характеристичних значень на коефіцієнт надійності за навантаженням  $\gamma_{fm}$ .

Для випадку обчислення експлуатаційних навантажень усі коефіцієнти  $\gamma_{fm} < 1$ . Значення  $\gamma_{fm}$  для різних видів кліматичних навантажень наведені у таблиці 10

Таблиця 10.8 – Коефіцієнт  $\gamma_{fm}$  для визначення експлуатаційних навантажень на проводи і троси

| Вид навантаження                          | Позначення      | 1КБ  | 2КБ  | 3КБ  | 4КБ  |
|-------------------------------------------|-----------------|------|------|------|------|
| Від ваги ожеледі                          | $\gamma_{fG}$   | 0,4  | 0,6  | 0,7  | 0,85 |
| Від максимального вітрового тиску         | $\gamma_{fmax}$ | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,87 |
| Від дії вітру на провід, вкритий ожеледдю | $\gamma_{fQ}$   | 0,47 | 0,63 | 0,72 | 0,84 |

Розрахунок експлуатаційних кліматичних навантажень для ПЛІ класу 4КБ належить виконувати за окремою методикою на підставі даних конкретних метеостанцій, розташованих поблизу траси ПЛІ. Методика розрахунку наведена у додатку А до глави 2.5 ПУЕ:2006. Подані у цьому Посібнику дані щодо навантажень на проводи, троси ПЛІ класу 4КБ можуть бути використані лише для попереднього оцінювання параметрів ПЛІ.

Лінійні ожеледні навантаження

Лінійне експлуатаційне навантаження від ваги ожеледі  $G_{mp}$ , Н/м (вертикальне навантаження) обчислюють за формулою:

$$G_{mp} = g_{mp} \cdot k_1 \cdot \mu_1, \quad (10.1)$$

де:  $g_{mp} = g_p \cdot \gamma_{fG} \quad (10.2)$

$g_p$  - характеристичне лінійне навантаження за кліматичним районом, Н/м (див. табл. 10.5 і рис. 10.6);

$\gamma_G$  - коефіцієнт надійності ;

$k_1$  - коефіцієнт зміни ожеледі за висоти (див. табл. 10.6);

$\mu_1$  - коефіцієнт зміни ваги ожеледі від діаметра проводу

Таблиця 10.9 – Характеристичне ожеледне навантаження

|                   |   |    |    |    |    |    |
|-------------------|---|----|----|----|----|----|
| Кліматичний район | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| $g_p$ , Н/м       | 8 | 12 | 15 | 20 | 30 | 40 |

**Примітка.** Наведені райони характеристичних ожеледних навантажень співвідносяться до районів з ожеледі за ПУЕ-86 приблизно у такій відповідності (наприклад, для ПЛ ЗКБ): 1 район – II РКУ; 2,3 райони – III РКУ; 4 район – IV РКУ; 5,6 райони – особливий.

Таблиця 10. 10– Коефіцієнт  $k_1$  зміни ваги ожеледі за висоти  $h$

|         |     |    |     |     |     |     |     |
|---------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $h$ , м | 5   | 10 | 20  | 30  | 50  | 70  | 100 |
| $k_1$   | 0,7 | 1  | 1,3 | 1,7 | 2,2 | 2,7 | 3,3 |

Таблиця 10.11 – Коефіцієнт  $\mu_1$  зміни ваги ожеледі за діаметром проводу в залежності від навантаження ожеледі на провід  $d = 10$  мм

| Діаметр, $d$ , мм | Навантаження $g_{mp}$ при $d = 10$ мм, Н/м |         |         |          |
|-------------------|--------------------------------------------|---------|---------|----------|
|                   | до 10                                      | 10 - 20 | 20 - 30 | понад 30 |
| 5                 | 0,8                                        | 0,85    | 0,9     | 0,95     |
| 10                | 1,0                                        | 1,0     | 1,0     | 1,0      |
| 15                | 1,15                                       | 1,1     | 1,05    | 1,05     |
| 30                | 1,4                                        | 1,25    | 1,15    | 1,1      |
| 70                | 2,0                                        | 1,7     | 1,5     | 1,4      |

Проміжні значення параметрів в таблицях обчислюють шляхом лінійної інтерполяції.



Абсолютні значення навантаження від ожеледі в прогоні ПЛ належить обчислювати шляхом множення  $G_{mp}$  на довжину вагового прогону  $\ell_{ваг}$ , м.

Лінійні вітрові навантаження

Лінійне експлуатаційне навантаження від дії максимального вітрового тиску  $P_m$ , Н/м (горизонтальне навантаження) обчислюють за формулою:

$$P_m = W_{om} \cdot C_c \cdot C_{aer} \cdot C_{dc} \cdot d \cdot \sin^2 \varphi \cdot 10^{-3}, \quad (10.3)$$

де: 
$$W_{om} = W_o \cdot \gamma_{fmax} \quad (10.4)$$

$W_o$  - характеристичне значення максимального вітрового тиску за кліматичним районом, Па (див. табл. 10.4 і рис. 3.3.2);

$\gamma_{fmax}$  - коефіцієнт надійності (див. табл. 10.2);

$d$  - діаметр проводу, тросу, мм;

$\varphi$  - кут напрямку вітру до вісі лінії (приймають  $\varphi = 90^\circ$ ,  $\sin \varphi = 1$ );

$C_c$  - коефіцієнт врахування місця розташування проводу, тросу

$$C_c = C_h \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \quad (10.5)$$

Під час розрахунку проводів, тросів коефіцієнти рельєфу і напрямку вітру приймають такими, що дорівнюють одиниці ( $C_{rel} = C_{dir} = 1$ ), відтак:

$$C_c = C_h \quad (3.6)$$

$C_h$  – коефіцієнт висоти (див. табл. 10.5), яким за ДБН В.1.2-2:2006 враховують збільшення вітрового навантаження залежно від висоти над поверхнею землі і типу навколишньої місцевості (див. характеристики типів місцевості);

$C_{aer}$  - аеродинамічний коефіцієнт, який дорівнює: 1,2 - для проводів і тросів діаметром до 20 мм вільних від ожеледі; 1,1 - для проводів і тросів діаметром 20 мм і більше вільних від ожеледі.

$C_{dc}$  - коефіцієнт динамічності, який обчислюють за формулою:

$$C_{dc} = g_{tu} \cdot \alpha \cdot k_L \quad (10.7)$$

де:  $g_{tu}$  - коефіцієнт впливу пульсації вітрового навантаження на місцевості різного типу (див. табл. 10.9);

$\alpha$  - коефіцієнт нерівномірності тиску вітру вздовж прогону ПЛ, який обчислюють за формулою 7.8, але приймають не більшим за 1,0:

$$\alpha = 2,6 - 0,3 \cdot \ln W_{om} \quad (10.8)$$

$k_L$  - коефіцієнт впливу довжини прогону, який обчислюють за формулою 10.9, але приймають величиною не менш, ніж 0,85 і не більш, ніж 1,2:

$$k_L = 1,7 - 0,12 \cdot \ln L \quad (10.9)$$

Величину прогону  $L$ , м для розрахунку проводів, тросів належить приймати довжиною, що дорівнює довжині приведенного прогону  $l_{np}$  в анкерному прогоні ПЛ.

Таблиця 10.12 – Характеристичне значення максимального вітрового тиску

| Кліматичний район | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $W_o$ , Па        | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |

Місцевості за шорсткістю поверхні поділяють на чотири типи:

тип I - відкриті поверхні на узбережжі морів, озер, які піддаються дії вітру на ділянці довжиною не менш ніж 3 км, і плоскі рівнини без перешкод;

тип II - сільська місцевість з парканами, невеликими спорудами, будівлями і деревами;

тип III - приміські і промислові зони і протяжні лісові масиви;

тип IV - міські площі, на яких не менш ніж 15% поверхні зайнято будівлями із середньою висотою понад 15 м.

Для проектування ПЛ практичний інтерес становлять лише місцевості типу I і II.

Таблиця 10.13 – Коефіцієнт  $C_h$  зміни вітрового тиску на проводи, троси від висоти

| $h_{np}$ ,<br>м | $C_h$ для типу місцевості |      |      |      |
|-----------------|---------------------------|------|------|------|
|                 | I                         | II   | III  | IV   |
| до 5            | 0,9                       | 0,7  | 0,4  | 0,2  |
| 10              | 1,20                      | 1,00 | 0,60 | 0,40 |
| 20              | 1,35                      | 1,15 | 0,85 | 0,65 |
| 40              | 1,60                      | 1,45 | 1,15 | 1,00 |
| 60              | 1,75                      | 1,65 | 1,35 | 1,10 |

Таблиця 10.14 – Коефіцієнт  $g_{tu}$  пульсації вітру

| Тип<br>місцевості | I   | II  | III | IV  |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| $g_{tu}$          | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,7 |

*Лінійні навантаження від дії вітру на провід, трос, вкритий ожеледдю*

Лінійне експлуатаційне навантаження від дії вітру на провід, трос, вкритий ожеледдю  $Q_m$ , Н/м (горизонтальне навантаження) обчислюють за формулою:

$$Q_m = Q_{om} \cdot \mu_g \cdot k_g \cdot C_c \cdot k_L \cdot \sin^2 \varphi, \quad (10.10)$$

де:  $Q_{om} = Q_o \cdot \gamma_Q \quad (10.11)$

$Q_o$  - характеристичне значення дії вітру на провід, вкритий ожеледдю, за кліматичним районом (див. табл. 10.7 і рис. 10.3);

$\gamma_Q$  - коефіцієнт надійності (див. табл. 10.2);

$\mu_g$  - коефіцієнт зміни розміру ожеледі за діаметром проводу (див. табл. 10.8).

$k_g$  - коефіцієнт зміни розміру ожеледі за висоти розташування проводу (див. табл. 10.9);

$C_c$  - коефіцієнт, яким враховують зміну вітрового тиску в залежності від місця розташування проводу, тросу. Відповідно до формули 3.6 приймають, що  $C_c = C_h$  (див. табл. 10.5);

$k_L$  - коефіцієнт впливу довжини прогону, який обчислюють за формулою 7.9. Величину прогону  $L$  у формулі 3.9 для розрахунку проводів, тросів належить приймати довжиною, що дорівнює довжині приведенного прогону  $l_{np}$  в анкерному прогоні ПЛ;

$\varphi$  - кут напрямку вітру до вісі лінії (приймають  $\varphi = 90^\circ$ ,  $\sin\varphi = 1$ ).

Таблиця 10.15 – Характеристичне значення дії вітру на провід, вкритий ожеледдю

|                   |   |   |   |    |    |    |
|-------------------|---|---|---|----|----|----|
| Кліматичний район | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  |
| $Q_o$ , Н/м       | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |

Таблиця 10.16 – Коефіцієнт  $\mu_g$  зміни розміру ожеледі за діаметром проводу

|          |     |     |     |      |      |     |
|----------|-----|-----|-----|------|------|-----|
| $d$ , мм | 5   | 10  | 20  | 30   | 50   | 70  |
| $\mu_g$  | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,35 | 1,68 | 2,0 |

Таблиця 10.17 – Коефіцієнт  $k_g$  зміни розміру ожеледі за висоти  $h$

|         |     |     |      |     |     |      |     |      |
|---------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|------|
| $h$ , м | 5   | 10  | 20   | 30  | 40  | 50   | 70  | 100  |
| $k_g$   | 0,8 | 1,0 | 1,15 | 1,3 | 1,4 | 1,45 | 1,6 | 1,75 |

Проміжні значення параметрів в таблицях 10.15 і 10.16 обчислюють шляхом лінійної інтерполяції.

## 10.6 Значення експлуатаційних лінійних навантажень на проводи, троси

Містить результати розрахунків експлуатаційних навантажень  $G_{mp}$ ,  $P_m$  і  $Q_m$  для проводів і тросів, що використовують у найбільш типових конструктивних рішеннях ПЛ. Розрахунки виконані для ПЛ класів 1КБ - 4КБ і усіх районів кліматичних умов для місцевості з абсолютними висотами до 400 м над рівнем моря.

Значення величини  $G_{mp}$  обчислено за формулою 10.1, при цьому значення коефіцієнта  $k_l$  прийняте для висоти  $h = 10$  м (тобто  $k_l = 1,0$ ). У разі іншої висоти розташування проводу, тросу потрібно значення  $G_{mp}$  скоригувати шляхом введення розрахункового коефіцієнта  $k_l \neq 1,0$  відповідно до таблиці .

Значення величини  $P_m$  обчислено за формулою 3.3, при цьому значення  $C_h$  у формулі 3.6 прийняте для висоти  $h = 10$  м в місцевості II типу (сільська місцевість), відтак коефіцієнти становлять:  $C_h = 1,0$ ;  $g_{tu} = 1,5$ . Коефіцієнт  $\alpha$  у формулі 3.7 обчислений відповідно до залежності 3.8, а також прийнято, що коефіцієнт  $k_L = 1,0$  для ПЛ класів 2КБ – 4КБ, або  $k_L = 1,2$  для ПЛ класів 1КБ, що мають малі прогони.

У разі іншої висоти розташування проводу, тросу або іншого типу місцевості та конкретної величини приведенного прогону потрібно значення  $P_m$  скоригувати шляхом застосування розрахункових коефіцієнтів  $C_h$  ( $C_h$  дивись табл. 3.3.5) і  $k_L$  (формула 10.9), а також введенням коефіцієнта коригування типу місцевості за впливом пульсації вітру – 0,87 для місцевості I типу, 1,07 та 1,13 для місцевості III і IV типу відповідно.

Значення величини  $Q_m$  обчислено за формулою 3.10 для проводу  $d = 10$  мм і з коефіцієнтом  $\mu_g = 1,0$ , при цьому значення  $C_h$  в формулі 3.6 і  $k_g$  в формулі 3.10 прийняті для висоти  $h = 10$  м, а відтак становлять  $C_h = 1,0$ ,  $k_g = 1,0$ . Коефіцієнт  $k_L$  також дорівнює одиниці ( $k_L = 1$ ) для ПЛ 2КБ – 4КБ, або  $k_L = 1,2$  для ПЛ 1КБ.

У разі іншої висоти розташування проводу, тросу або іншого типу місцевості чи конкретної величини приведенного прогону потрібно значення  $Q_m$  скоригувати шляхом застосування розрахункових коефіцієнтів  $C_h$  ( $C_h$  дивись табл. 3.3.5),  $k_g$  (табл. 3.3.9) і  $k_L$  (формула 3.9), а також введенням коефіцієнта коригування типу місцевості за впливом пульсації вітру - 0,87, 1,07, 1,13 для місцевості I, III, IV типу відповідно.

*Питомі навантаження та їх значення*

В розрахунках механічного напруження в проводах і тросах застосовують так звані питомі навантаження, величина яких становить лінійне експлуатаційне навантаження, що припадає на одиницю виміру площі перерізу проводу (тросу), яка сприймає навантаження. Одиниця виміру питомих навантажень МПа/м.

Обчислення питомих навантажень виконують за формулами, наведеними в таблиці 10.8.

Таблиця 10.18 – Формули для розрахунку питомих навантажень на проводи, троси

| Позначення | Вид навантаження                                                                                                    | Формули, МПа/м                                                                                |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\gamma_1$ | Від власної ваги проводу                                                                                            | $\gamma_1 = \frac{P_\ell (\text{кг} / \text{км})}{S (\text{мм}^2)} \cdot 0,981 \cdot 10^{-2}$ |
| $\gamma_2$ | Від ваги ожеледі на проводі                                                                                         | $\gamma_2 = \frac{G_{mp} (\text{Н} / \text{м})}{S (\text{мм}^2)}$                             |
| $\gamma_3$ | Від ваги проводу із ожеледдю                                                                                        | $\gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_2$                                                              |
| $\gamma_4$ | Від дії вітру на провід без ожеледі                                                                                 | $\gamma_4 = \frac{P_m (\text{Н} / \text{м})}{S (\text{мм}^2)}$                                |
| $\gamma_5$ | Від дії вітру на провід вкритий ожеледдю                                                                            | $\gamma_5 = \frac{Q_m (\text{Н} / \text{м})}{S (\text{мм}^2)}$                                |
| $\gamma_6$ | Від власної ваги проводу і дії вітру на провід без ожеледі                                                          | $\gamma_6 = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_4^2}$                                                   |
| $\gamma_7$ | Від дії вітру на провід, вкритий ожеледдю, власної ваги, ваги ожеледі під час дії вітру на провід, вкритий ожеледдю | $\gamma_7 = \sqrt{(\gamma_1 + 0,9 \cdot \gamma_2)^2 + \gamma_5^2}$                            |

Для районів 4-6 дії вітру на провід, вкритий ожеледдю, значення  $\gamma_7$  може перевищувати значення  $\gamma_3$  і відповідно навантаження  $\gamma_7$  буде обумовлювати найбільше напруження в проводі  $\sigma_{нб}$ .

## 11 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 11.1 Задачі розділу

Згідно Конституції України всі громадяни України мають право на належні безпечні і здорові умови праці. Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права зайнятих працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні умови праці, це стосується і робіт пов'язаних з монтажем та експлуатацією повітряних ліній електропередачі.

Персонал, який займається монтажем та експлуатацією повітряних ліній електропередачі, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки.

Оскільки роботи по монтажу ПЛЕП проводяться на значній висоті та на відкритій місцевості, то при їх монтажі або обслуговуванні необхідно дотримуватися правил охорони праці з робіт на висоті, враховувати мікрокліматичні умови виробничого середовища, санітарно-гігієнічні параметри, що характеризують виробничий шум, освітлення, вібрацію та ін.

При розробці та монтажі необхідно забезпечити захист працівника від електричних джерел небезпеки, пов'язаних з ризиком дії надмірної величини електричної енергії та параметрів що її характеризують на працівника. Внаслідок протіканням надмірного струму по проводах з недостатнім перетином або через погані контакти металевих з'єднань можливе надмірне виділення тепла в системах електротехнічного монтажу, що стає часто результатом пожеж. Також ризик виникнення пожеж на об'єктах електричної мережі трапляється у разі не спрацювання грозозахисного обладнання.

Наведене вище обґрунтовує актуальність проблеми, що полягає у розвитку питань охорони праці при виконанні робіт пов'язаних з монтажем ПЛЕП, які працюють в складі електроенергетичної системи України з урахуванням сучасних знань, системного та ризик-орієнтовного підходів про природу небезпеки.

Для мінімізації ризику професійного захворювання та травматизму працівників при виконанні робіт пов'язаних з монтажем сформулюємо основні задачі щодо охорони праці за темою дипломного проектування:

Розрахувати параметри захисту трансформаторної підстанції 35 кВ від прямих ударів блискавки.

Питання захисту від перенапруги регламентуються ПБЕ, „Правилами технічної експлуатації”, ГОСТ 1516.3-96. "Межгосударственный стандарт. Электрооборудование переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции” (Киев: Госстандарт Украины, 1999), ГКД 34.51.101-96 „Вибір та експлуатація зовнішньої ізоляції електроустановок 6-750 кВ на підприємствах Міненерго України. Інструкція.” К.:ДП „Науково-інженерний енергосервісний центр”, 1999)

## 11.2 Умови установки блискавковідводу у ВРП 35 – 150 кВ

1. Питомий опір ґрунту в межах контуру заземлення підстанції в грозовий сезон не більше 350 Ом·м
2. Безпосередньо на виводах обмоток 3 – 35 кВ трансформаторів чи на відстані не більше 5м від них по ошиновці, включаючи відгалуження до розрядників, повинні бути установлені вентильні розрядники.
3. Від порталю з блискавковідводом повинно забезпечуватися розтікання струму блискавки по магістралях заземлення в трьох, чотирьох напрямках.



4. На відстані 3–5 м від порталу з блискавковідводом на кожній магістралі заземлення повинно встановлюватися по 2–3 вертикальних електроди довжиною 3–5 м.

5. На підстанціях з вищою напругою 20 і 35 кВ, якщо блискавковідвод встановлено на трансформаторному порталі, опір заземляючого контура ВРП не повинен перевищувати 4 Ом (без урахування виносного заземлення).

6. Заземляючі провідники вентиляльних розрядників та трансформаторів рекомендується приєднувати до заземляючого пристрою підстанції поблизу один від одного чи виконувати так щоб місце приєднання вентиляльного розрядника до заземляючого пристрою знаходилося між точками приєднання заземляючих провідників порталу з блискавковідводом і трансформатора

Згідно вимог ПУЭ-86.4.156, розподільчі пристрої підстанцій 10-35 кВ, до яких приєднані повітряні лінії, повинні бути захищені вентиляльними розрядниками (обмежувачами перенапруг), які встановлюють на шинах або на трансформаторі.

РП напругою 35 кВ захищають блискавковідводами, які встановлюють на конструкціях ВРП, якщо опір заземлення не перевищує 4 Ом.

На підставі проекту підстанції КТПБ(М) 35-5АН-С/10-2х – 59-А-1-85-У1 план розташування контуру заземлення та місця установки блискавковідводів мають вид, який представлено на рисунку 4.1.

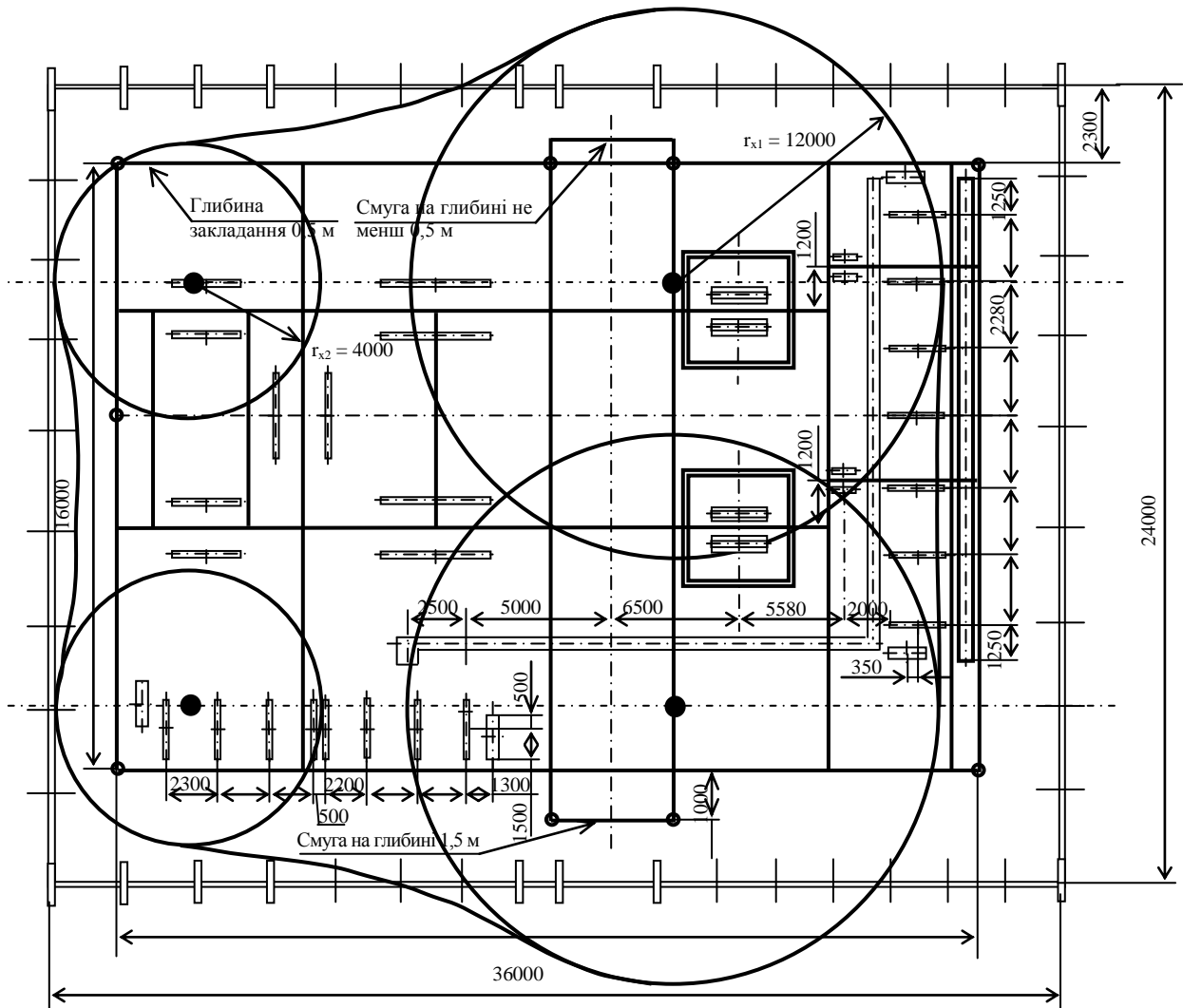


Рисунок 11.1 - План розташування контуру заземлення та місця установки блискавковідводів

Радіус зони захисту стрижневого блискавковідводу на висоті  $h_x = 6,1$  м дорівнює  $r_{x1} = 12$  м, та  $r_{x2} = 4,0$  м (рисунок 4.2).

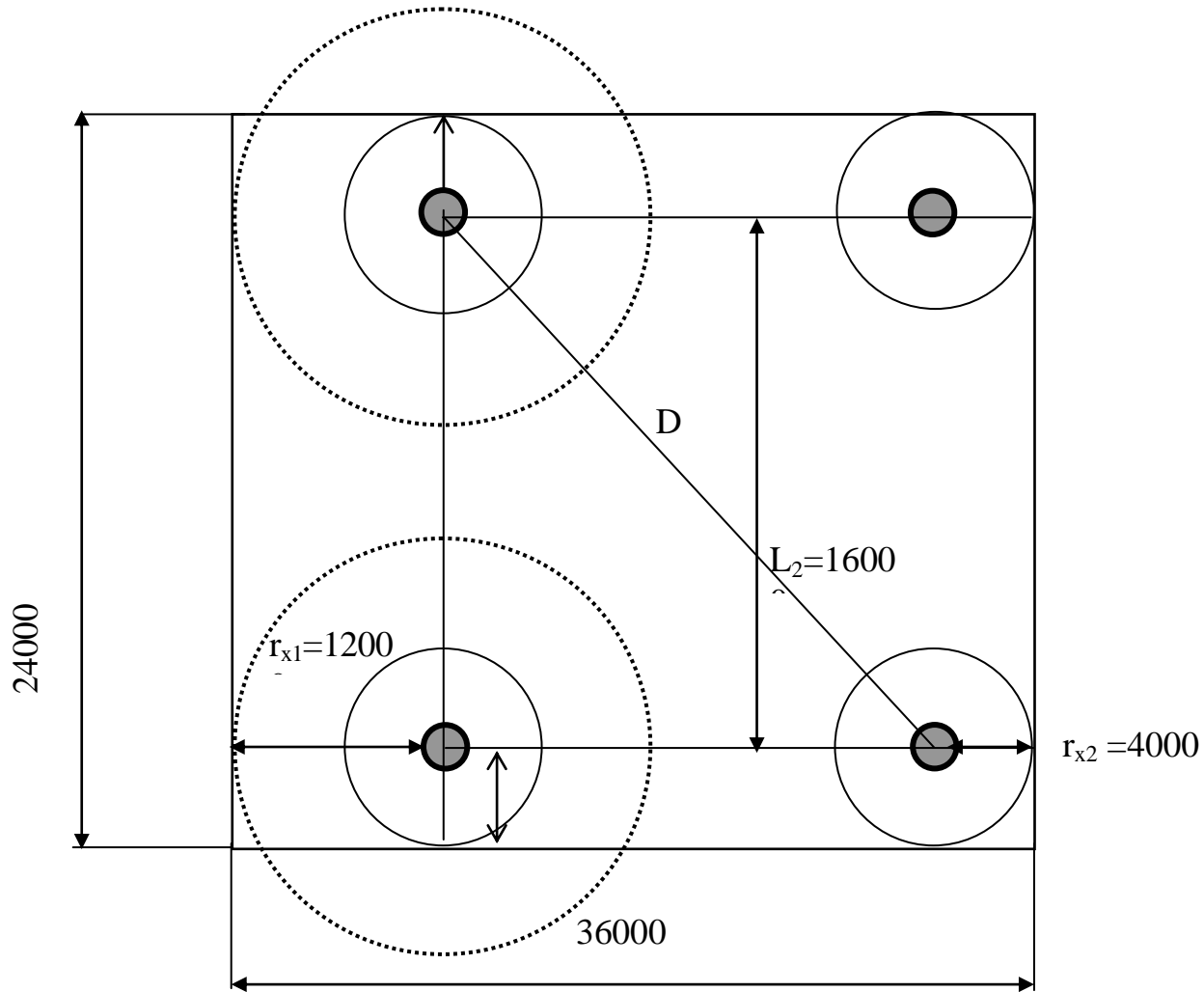


Рисунок 11.2 - Схема захисту чотирма стрижневими блискавковідводами

Оскільки висота блискавковідвода не перевищує 30 м, приймаємо  $p = 1$ .

Розрахункова висота блискавковідвода визначається по формулі:

$$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5} \quad (4.1)$$

Для  $r_{x1}$ :

$$h_1 = \frac{12 + 1,63 \cdot 6,1}{1,5} = 14,6 \text{ м}$$

Для  $r_{x2}$ :

$$h_2 = \frac{4 + 1,63 \cdot 6,1}{1,5} = 9,3 \text{ м}$$

Активна висота стрижня близькозахисту.

$$h_a = h - h_o \quad (4.2)$$

$$h_{a1} = 14,6 - 6,1 = 8,5 \text{ м}$$

$$h_{a2} = 9,3 - 6,1 = 3,2 \text{ м}$$

Для  $r_{x1} = 12 \text{ м}$  за відношенням  $L/h_a = 20/8,5 = 2,35$  за рисунком 8.6 знаходимо  $v_x/2 = 0,91$ , для  $r_{x2} = 4,0 \text{ м}$  за відношенням  $16/3,2 = 5,0$  знаходимо  $v_x/2 = 0,62$ .

Надійність захисту перевіряємо по зоні захисту для групи з чотирьох стрижнів (рисунок 11.3)  $D_1 = \sqrt{20^2 + 16^2} = 25,6 \text{ м}$

$$D_1 = 25,6 < 8 \cdot h_{a1} = 8 \cdot 8,5 = 68,0 \text{ м}$$

$$D_2 = 25,6 \leq 8 \cdot h_{a2} = 8 \cdot 3,2 = 25,6 \text{ м}$$

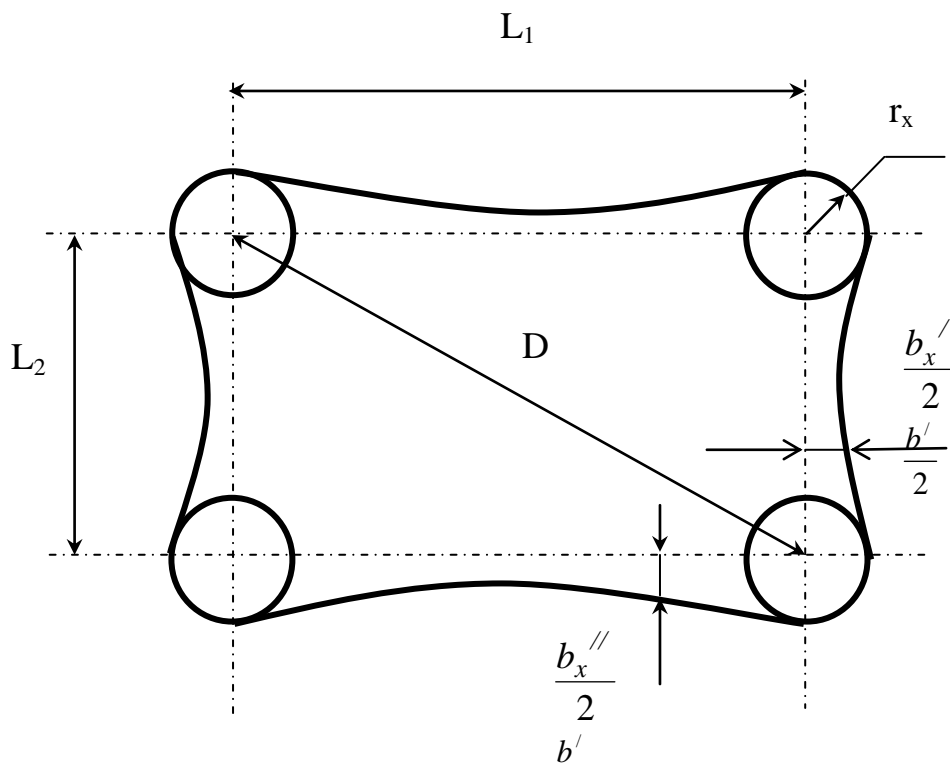


Рисунок 11.3 - Зона захисту чотирма стрижневими блискавковідводами.

Таким чином захист обладнання ПС 35/10 кВ на висоті 6,1 м забезпечується.

## ВИСНОВКИ

В даній роботі було спроектовано розвиток електричної мережі 110/35/10 кВ. Розвиток проводився на протязі 2-ох років.

До існуючої схеми потрібно було підключити три додаткових навантаження (№201, 202 та 203). Було прийнято, що до пунктів 201, 202 та 203 під'єднані споживачі 1 категорії надійності електропостачання, тому електропостачання зазначених пунктів виконується по одноланцюгових лініям від двох джерел і на споживаючих підстанціях передбачене встановлення двох трансформаторів. Оптимальна схема електричної мережі вибиралась за допомогою методу динамічного програмування.

Для вузлової підстанції Шаргород (вузол 22) було порівняно два варіанти схеми РП. Для кожного з варіантів було визначене математичне очікування збитку і на основі цього – сумарні питомі витрати з урахуванням надійності на базі яких була вибрана краща схема типу « одна секціонована система шин з обхідною із суміщеним секційним і обхідним вимикачем ».

Враховуючи результати попередніх розрахунків, схему електричних з'єднань спроектованої мережі, а також можливості її подальшого розвитку, для підстанцій вузлів 201, 202, 203 та 204 було вибрано схему РП типу “місток з вимикачами у вузлах трансформаторів”.

Для спроектованої мережі було проведено розрахунки по визначенню прогнозу навантаження на шинах станції на наступний період (10 років) та перевірено необхідність у резерві потужності, обраховано усталений, мінімальний та післяаварійний режими спроектованої електричної мережі.

Спроектowana мережа характеризується низькими втратами активної потужності – 8.464 МВт при сумарній активній потужності генерації 216.964 МВт.

Загальні витрати на мережу складають 5538.69 тис. у.о..

В Україні експлуатується близько 948 000 км повітряних ліній, з них 142 160 км напругою 35 – 750 кВ. Ці дані залишались практично постійними протягом останніх 10 років. Термін експлуатації більшості повітряних ліній напругою 110-220 кВ становить у середньому 40-60 років, а для деяких об'єктів - до 80 років, отже аналіз даних конструкцій нині є на часі. Загальна кількість відмов конструкцій опор, проводів та з'єднувальної арматури для повітряних ліній напругою 35-750 кВ отриманих протягом 30-ти років даних говорить про суттєве зростання кількості відмов елементів повітряних ліній, що свідчить про їх зношеність. У 2000 році значна кількість відмов спричинена аварією, коли зледеніння призвело до аварії 20931 лінії електропередачі, було зруйновано понад 300 тис. залізобетонних і близько 20 тис. металевих опор.

Підвищенню культури експлуатації ліній в останній час сприяє впровадження більш досконалих конструкцій і технологій будівництва та монтажу повітряних ліній. На даний час широко використовуються залізобетонні опори, які не потребують періодичного захисту від корозії, залізобетонні підпожежники та сваї для фундаментів під металеві опори, опори на відтяжках, сталеві алюмінієвий грозозахисний трос, скляні підвісні ізолятори із закаленого скла та зварні з'єднання проводів, які не потребують періодичного контролю, а також ряд інших елементів, які дозволяють в значній мірі зменшити трудові та матеріальні витрати в процесі експлуатації.

Періодичність та об'єм ремонтів повітряних ліній електропередачі суттєво впливає на надійність їх функціонування.

## ЛІТЕРАТУРА

2. Блок Д.П. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для энергетических специальностей. – М.: Высшая школа, 1981.
3. Розанов М.Н. Надежность электрических систем. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
3. Справочник по проектированию электрических сетей и систем / Под ред. Рокотяна С.С. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Проектування електричних систем» для студентів спеціальності 7.090602 – «Електричні системи і мережі» / Уклад. Ж.І. Остапчук. – Вінниця: ВДТУ, 1998, – 47 с.
5. Лук'яненко Ю.В., Остапчук Ж.І., Кулик В.В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні. – Вінниця: ВДТУ, 2002.
6. Остапчук Ж.І., Кулик В.В., Видмиш В.А. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Електричні системи і мережі». – Вінниця: ВНТУ, 2004.
7. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений в энергетику. – К.: Минэнерго Украины, 1997.
8. Остапчук Ж.І., Томашевський Ю.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Моделі оптимального розвитку електричних систем”. – Вінниця, ВДТУ, 2002.
9. Остапчук Ж.І., Кулик В.В., Тептя В.В. Моделювання в задачах розвитку електричних систем. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 128 с.
10. Остапчук Ж.І., Тептя В.В. Моделювання розвитку електричних систем в прикладах і задачах. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 97 с.
11. Магидин Ф.А. Воздушные линии электропередачи. – М.: Высш. школа, 1991. – 207 с.
12. Матеріали першої міжнародної конференції «Багатогранні гнуті стійки». – Кременец, 2006.

13. Н.И.Белоруссов. Электрические кабели и провода. М.: Энергия, 1971, – 510с.

15. Бондаренко Є. А. Навчальний посібник до розділу «Охорона праці» в магістерських кваліфікаційних роботах для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка: навч. Посібник / Бондаренко Є. А., Кутін В.М., Лежнюк П.Д. / – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 120 с.

16. Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Загальні методичні положення (ГКД 340.000.001-95). – К: Міненерго України, 1995. – 34 с.



# ДОДАТКИ

## Додаток А

### Технічне завдання МКР

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра електричних станцій і систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСС

д.т.н., професор Лежнюк П.Д.  
(наук. ст., вч. зв., ініц. та прізви.)

(підпис)

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 р.

### ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

РОЗВИТОК ФРАГМЕНТУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ АТ  
«ВІННИЦЯОБЛЕНЕРГО» З ДОСЛІДЖЕННЯМ РІЗНОГО КОНСТРУКТИВНОГО  
ВИКОНАННЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ  
08-13.МКР.005.00.006 ТЗ

Виконав: студент 2 курсу ОПП магістра,  
групи ЕСМ-18м  
спеціальності 141 – Електроенергетика,

Коваленко В. С. \_\_\_\_\_

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСС

Лесько В. О. \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 р.

Вінниця – 2020 року

## 1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)

а) в час активного розвитку енергетики та науково-технічного прогресу, дослідження питання модернізації ЕЕС України є надзвичайно важливою та актуальною науково-прикладною задачею. Зокрема, дослідження елементів ліній електропередачі, як основного елемента при транспортуванні електроенергії.

б) наказ № 76 від 6 березня 2020р про затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи.

## 2. Мета і призначення МКР

а) мета – аналіз перспектив розвитку та модернізації існуючих електричних мереж та елементів ліній електропередачі в електричній системі;

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

## 3. Вихідні дані для виконання МКР

Перелік літературних джерел за тематикою роботи. Посилання на періодичні видання. Вихідні дані для проведення обчислювальних експериментів.

## 4. Вимоги до виконання МКР

## 5. Етапи МКР та очікувані результати

| № етапу | Назва етапу                                     | Термін виконання |          | Очікувані результати                  |
|---------|-------------------------------------------------|------------------|----------|---------------------------------------|
|         |                                                 | початок          | кінець   |                                       |
| 1       | Розробка технічного завдання                    | 06.03.20         | 08.03.20 | Формування технічного завдання        |
| 2       | Дослідження елементів ліній електропередачі     | 09.03.20         | 25.03.20 | Аналітичний огляд літературних джерел |
| 3       | Розвиток фрагменту електричних мереж            | 26.03.20         | 10.04.20 | розділ 1                              |
| 4       | Техніко-економічні розрахунки                   | 11.04.20         | 25.04.20 | розділ 2                              |
| 5       | Розробка заходів безпеки життєдіяльності        | 09.05.20         | 19.05.20 | розділ 4                              |
| 6       | Оформлення пояснювальної записки та презентації | 20.05.20         | 31.05.20 | пояснювальна записка, презентація     |

## **6. Матеріали, що подаються до захисту МКР**

Пояснювальна записка МКР, ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відгук наукового керівника, відгук опонента, протоколи складання державних іспитів, анотації до МКР українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення МКР діючим вимогам.

## **7. Порядок контролю виконання та захисту МКР**

Виконання етапів розрахункової документації МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Захист МКР відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії, затвердженою наказом ректора.

## **8. Вимоги до оформлення МКР**

Вимоги викладені в «Положенні про порядок підготовки магістрів у Вінницькому національному технічному університеті» з урахуванням змін, що подані у бюлетені ВАК України № 9-10, 2011р.

## **9. Вимоги щодо технічного захисту інформації в МКР з обмеженим доступом**

Відсутні.

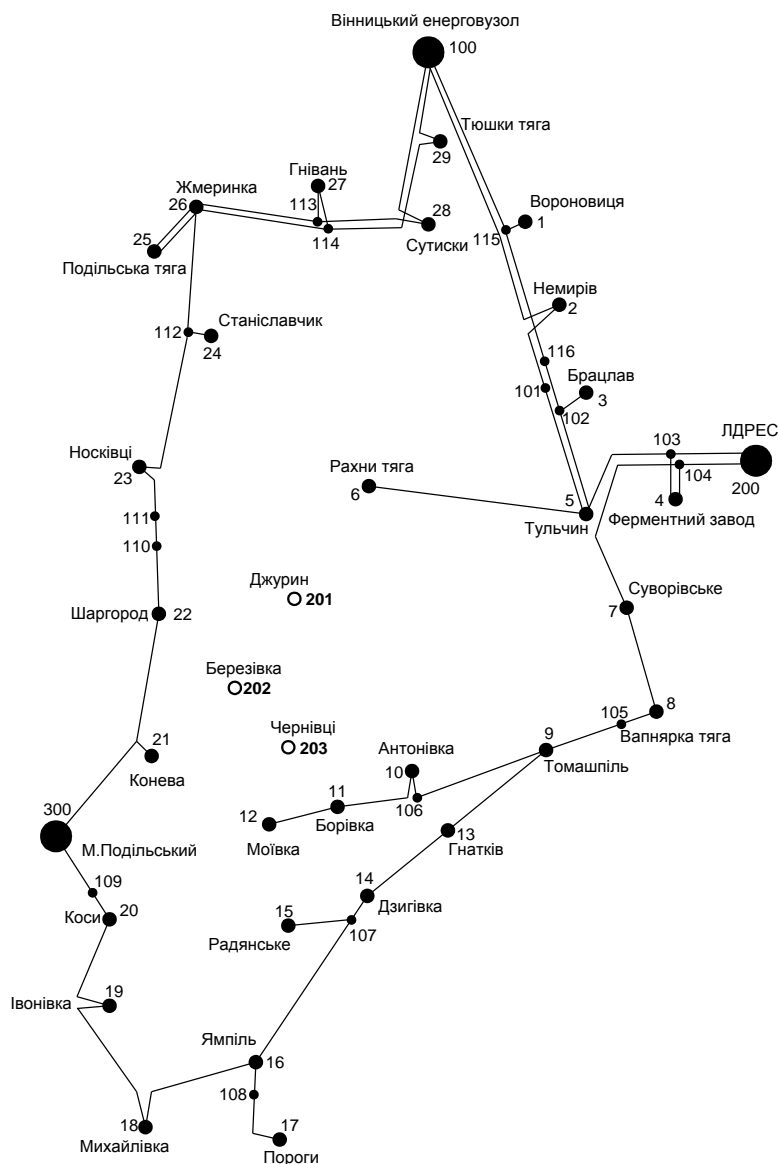


Рисунок Т1 – Схема існуючої системи

Для проектування розвитку електричної мережі з використанням оптимізаційних методів використовується схема існуючої мережі 110/35 кВ та географічне розташування споживачів подані на рис. Т1

Інформація про вузли

|           |                  |
|-----------|------------------|
|           | $P/\cos \varphi$ |
| Джурин    | 8,5/0,9          |
| Березівка | 5,7/0,91         |
| Чернівці  | 7,4/0,88         |

Відстані між вузлами

|          |           |           |           |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| 6 - 201  | – 18, км  | 11 - 203  | – 12,5 км |
| 22 - 201 | – 21,5 км | 10 - 203  | – 24, км  |
| 22 - 202 | – 14, км  | 201 - 202 | – 17, км  |
| 21 - 202 | – 20, км  | 202 - 203 | – 15, км  |
| 21 - 203 | – 18, км  | 201 - 203 | – 19, км  |
| 12 - 203 | – 16, км  |           |           |

Таблиця Т1 - Дані про лінії існуючої електричної мережі

| № номер початку лінії | № номер кінця лінії | Назва лінії                         | Довжина лінії | Марка проводу |
|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
| 100                   | 115                 | Вінницький енерговузол – 115        | 14,08         | АС-185        |
| 115                   | 1                   | 115 – Вороновиця                    | 7,55          | АС-95         |
| 115                   | 116                 | 115 – 116                           | 23,82         | АС-185        |
| 116                   | 102                 | 116 – 102                           | 14,2          | АС-150        |
| 102                   | 3                   | 102 – Брацлав                       | 5,1           | АС-95         |
| 102                   | 5                   | 102 – Тульчин                       | 14,4          | АС-150        |
| 100                   | 2                   | Вінницький енерговузол – Немирів    | 41,86         | АС-185        |
| 2                     | 101                 | Немирів – 101                       | 4             | АС-185        |
| 101                   | 5                   | 101 – Тульчин                       | 28,6          | АС-150        |
| 5                     | 6                   | Тульчин – Рахни тяга                | 37,53         | АС-120        |
| 103                   | 5                   | 103 – Тульчин                       | 24,8          | АС-150        |
| 103                   | 4                   | 103 – Ферментний завод              | 0,8           | АС-95         |
| 104                   | 4                   | 104 – Ферментний завод              | 0,8           | АС-95         |
| 200                   | 103                 | Ладизинська ТЕС – 103               | 2,3           | АС-150        |
| 200                   | 104                 | Ладизинська ТЕС – 104               | 2,3           | АС-150        |
| 104                   | 7                   | 104 – Суворівське                   | 37,46         | АС-150        |
| 7                     | 8                   | Суворівське – Вапнярка тяга         | 15,7          | АС-150        |
| 8                     | 105                 | Вапнярка тяга – 105                 | 5             | АС-150        |
| 105                   | 9                   | 105 – Томашпіль                     | 13            | АС-120        |
| 9                     | 106                 | Томашпіль – 106                     | 21,67         | АС-120        |
| 106                   | 10                  | 106 – Антонівка                     | 0,07          | АС-150        |
| 9                     | 13                  | Томашпіль – Гнатків                 | 16,48         | АС-120        |
| 13                    | 14                  | Гнатків – Дзигівка                  | 18,3          | АС-120        |
| 107                   | 14                  | 107 – Дзигівка                      | 2,8           | АС-120        |
| 107                   | 15                  | 107 – Радянське                     | 8,9           | АС-120        |
| 20                    | 19                  | Коси – Івонівка                     | 22,4          | АС-120        |
| 109                   | 20                  | 109 – Коси                          | 4             | АС-95         |
| 300                   | 109                 | Мог.Подільський – 109               | 18,6          | АС-120        |
| 300                   | 21                  | Мог.Подільський – Конева            | 12,34         | АС-120        |
| 21                    | 22                  | Конева – Шаргород                   | 36,7          | АС-120        |
| 22                    | 110                 | Шаргород – 110                      | 15,885        | АС-120        |
| 110                   | 111                 | 110 – 111                           | 2,585         | АС-150        |
| 111                   | 23                  | 111 – Носківці                      | 6,41          | АС-120        |
| 23                    | 112                 | Носківці – 112                      | 10,38         | АС-120        |
| 112                   | 24                  | 112 – Станіславчик                  | 5,14          | АС-120        |
| 112                   | 26                  | 112 – Жмеринка                      | 10,02         | АС-120        |
| 26                    | 25                  | Жмеринка – Подільська тяга          | 5,2           | АС-120        |
| 113                   | 26                  | 113 – Жмеринка                      | 18,77         | АС-185        |
| 114                   | 26                  | 114 – Жмеринка                      | 22,27         | АС-185        |
| 113                   | 27                  | 113 – Гнівань                       | 2,8           | АС-185        |
| 114                   | 27                  | 114 – Гнівань                       | 2,8           | АС-185        |
| 28                    | 113                 | Сутиски – 113                       | 8,86          | АС-185        |
| 29                    | 114                 | Тюшки тяга – 114                    | 15,1          | АС-185        |
| 100                   | 28                  | Вінницький енерговузол – Сутиски    | 15,03         | АС-185        |
| 100                   | 29                  | Вінницький енерговузол – Тюшки тяга | 1,5           | АС-185        |

**Таблиця Т2 - Параметри трансформаторних підстанцій існуючої електричної мережі**

| №   | Назва вузла            | $\cos \varphi$ | $S_H$ , МВА          | Марка трансформатора                         | Кількість трансформаторів |
|-----|------------------------|----------------|----------------------|----------------------------------------------|---------------------------|
| 100 | Вінницький енерговузол | 0,85           | Балансувальний вузол | ВРП 110 кВ                                   |                           |
| 200 | Ладизинська ТЕС        | 0,85           | Балансувальний вузол | ВРП 110 кВ                                   |                           |
| 300 | М.Подільський          | 0,85           | Балансувальний вузол | ВРП 110 кВ                                   |                           |
| 1   | Вороновиця             | 0,88           | 2,8 + j1,51          | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 2   | Немирів                | 0,87           | 10, + j5,67          | ТДТН-16000/110/35/10                         | 2                         |
| 3   | Брацлав                | 0,9            | 2,2 + j1,07          | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 4   | Ферментний завод       | 0,9            | 10,5 + j5,09         | ТРДН-25000/110/10                            | 2                         |
| 5   | Тулчин                 | 0,86           | 7,8 + j4,63          | ТДТН-10000/110/35/10<br>ТДТН-16000/110/35/10 | 2                         |
| 6   | Рахни тяга             | 0,84           | 14, + j9,04          | ТДТНЖ-40000/110/27/10                        | 2                         |
| 7   | Суворівське            | 0,87           | 2,7 + j1,53          | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 8   | Вапнярка тяга          | 0,91           | 16, + j7,29          | ТДТНЖ-40000/110/27/10                        | 2                         |
| 9   | Томашпіль              | 0,91           | 3,1 + j1,41          | ТМТН-6300/110/35/10                          | 1                         |
| 10  | Антонівка              | 0,89           | 3,3 + j1,69          | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 11  | Борівка                | 0,89           | 4,1 + j2,1           | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 12  | Моївка                 | 0,91           | 6,2 + j2,82          | ТДТН-10000/110/35/10                         | 1                         |
| 13  | Гнатків                | 0,9            | 2,9 + j1,4           | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 14  | Дзигівка               | 0,89           | 3,3 + j1,69          | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 15  | Радянське              | 0,87           | 2,8 + j1,59          | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 16  | Ямпіль                 | 0,86           | 5,5 + j3,29          | ТДН-10000/110/10                             | 1                         |
| 17  | Пороги                 | 0,91           | 6,4 + j2,92          | ТДТН-10000/110/35/10                         | 1                         |
| 18  | Михайлівка             | 0,9            | 2,3 + j1,11          | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 19  | Івонівка               | 0,86           | 3,9 + j2,31          | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 20  | Коси                   | 0,87           | 4, + j2,27           | ТМН-6300/110/10                              | 1                         |
| 21  | Конева                 | 0,87           | 1,2 + j0,68          | ТМН-2500/110/10                              | 1                         |
| 22  | Шаргород               | 0,9            | 19, + j9,2           | ТДТН-25000/110/35/10                         | 2                         |
| 27  | Гнівани                | 0,89           | 7, + j3,59           | ТДТН-16000/110/35/6<br>ТДТН-25000/110/35/6   | 2                         |
| 28  | Сутиски                | 0,86           | 5,5 + j3,26          | ТДТН-10000/110/35/10                         | 1                         |
| 29  | Тюшки тяга             | 0,91           | 12, + j5,47          | ТДТНЖ-25000/110/27/10                        | 2                         |

## ДОДАТОК Б

## Вхідні дані для розрахунку усталеного режиму мережі у програмному комплексі Втрати – High

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Тривалість звітного періоду: 0.0 годин

Балансуючі вузли:

|         |     |     |        |       |      |
|---------|-----|-----|--------|-------|------|
| Nвузла: | 100 | Un: | 115.50 | Фаза: | 0.00 |
| Nвузла: | 200 | Un: | 115.50 | Фаза: | 0.00 |
| Nвузла: | 300 | Un: | 115.50 | Фаза: | 0.00 |

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВУЗЛИ: К-сть вузлів: 131

| N вузла | Назва               | U, кВ | Pнав, МВт | Qнав, МВАр | Wв, МВт год | Cos | Pmin, МВт | Pmax, МВт |
|---------|---------------------|-------|-----------|------------|-------------|-----|-----------|-----------|
| 100     | Він.Енерговузол     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 115     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 1       | Вороновиця          | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 116     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 102     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 3       | Брацлав             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 5       | Тульчин             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 2       | Немирів             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 101     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 6       | Рахни тяга          | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 103     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 4       | Ферментний завод    | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 104     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 200     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 7       | Суворівське         | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 8       | Вапнярка тяга       | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 105     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 9       | Томашпіль           | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 106     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 10      | Антонівка           | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 11      | Борівка             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 12      | Моївка              | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 13      | Гнатків             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 14      | Дзигівка            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 107     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 15      | Радянське           | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 16      | Ямпіль              | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 108     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 17      | Пороги              | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 18      | Михайлівка          | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 19      | Гвонівка            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 20      | Коси                | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 109     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 300     | Могилів-Подільський | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 21      | Конева              | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 22      | Шаргород            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 110     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 111     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 23      | Носківці            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 112     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 24      | Станіславчик        | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 26      | Жмеринка            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 25      | Подільська тяга     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 113     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 114     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 27      | Гнівани             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 28      | Сутиски             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 29      | Тюшки тяга          | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 1011    |                     | 10    | 2.800     | 1.510      |             |     |           |           |
| 2221    |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 2222    |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 3521    |                     | 35    |           |            |             |     |           |           |
| 3522    |                     | 35    |           |            |             |     |           |           |
| 1021    |                     | 10    | 5.000     | 2.830      |             |     |           |           |
| 1022    |                     | 10    | 5.000     | 2.830      |             |     |           |           |
| 1031    |                     | 10    | 2.200     | 1.070      |             |     |           |           |



|         |     |       |       |
|---------|-----|-------|-------|
| 1041    | 10  | 5.250 | 2.540 |
| 1042    | 10  | 5.250 | 2.540 |
| 5551    | 110 |       |       |
| 5552    | 110 |       |       |
| 3551    | 35  |       |       |
| 3552    | 35  |       |       |
| 1051    | 10  | 7.800 | 4.630 |
| 1052    | 10  |       |       |
| 6661    | 110 |       |       |
| 6662    | 110 |       |       |
| 2761    | 27  |       |       |
| 2762    | 27  |       |       |
| 1061    | 10  | 7.000 | 4.520 |
| 1062    | 10  | 7.000 | 4.520 |
| 1071    | 10  | 2.700 | 1.530 |
| 8881    | 110 |       |       |
| 8882    | 110 |       |       |
| 2781    | 27  |       |       |
| 2782    | 27  |       |       |
| 1081    | 10  | 8.000 | 3.640 |
| 1082    | 10  | 8.000 | 3.640 |
| 9991    | 110 |       |       |
| 3591    | 35  |       |       |
| 1091    | 10  | 3.100 | 1.410 |
| 10101   | 10  | 3.300 | 1.690 |
| 10111   | 10  | 4.100 | 2.100 |
| 1212121 | 110 |       |       |
| 35121   | 35  |       |       |
| 10121   | 10  | 6.200 | 2.820 |
| 10131   | 10  | 2.900 | 1.400 |
| 10141   | 10  | 3.300 | 1.690 |
| 10151   | 10  | 2.800 | 1.590 |
| 10161   | 10  | 5.500 | 3.290 |
| 1717171 | 110 |       |       |
| 35171   | 35  |       |       |
| 10171   | 10  | 6.400 | 2.920 |
| 10181   | 10  | 2.300 | 1.110 |
| 10191   | 10  | 3.900 | 2.310 |
| 10201   | 10  | 4.000 | 2.270 |
| 10211   | 10  | 1.200 | 0.680 |
| 2222221 | 110 |       |       |
| 2222222 | 110 |       |       |
| 35221   | 35  |       |       |
| 35222   | 35  |       |       |
| 10221   | 10  | 9.500 | 4.600 |
| 10222   | 10  | 9.500 | 4.600 |
| 10231   | 10  | 2.800 | 1.430 |
| 10241   | 10  | 6.100 | 3.460 |
| 2525251 | 110 |       |       |
| 2525252 | 110 |       |       |
| 27251   | 27  |       |       |
| 27252   | 27  |       |       |
| 10251   | 10  | 7.000 | 3.780 |
| 10252   | 10  | 7.000 | 3.780 |
| 2626261 | 110 |       |       |
| 2626262 | 110 |       |       |
| 35261   | 35  |       |       |
| 35262   | 35  |       |       |
| 10261   | 10  | 5.500 | 2.660 |
| 10262   | 10  |       |       |
| 2727271 | 110 |       |       |
| 2727272 | 110 |       |       |
| 35271   | 35  |       |       |
| 35272   | 35  |       |       |
| 6271    | 6   | 3.500 | 1.790 |
| 6272    | 6   | 3.500 | 1.790 |
| 2828281 | 110 |       |       |
| 35281   | 35  |       |       |
| 10281   | 10  | 5.500 | 3.260 |
| 2929291 | 110 |       |       |
| 2929292 | 110 |       |       |
| 27291   | 27  |       |       |
| 27292   | 27  |       |       |
| 10291   | 10  | 6.000 | 2.730 |
| 10292   | 10  | 6.000 | 2.730 |

-----  
 ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВІТКИ:            К-сть віток: 141  
 -----

| N початку | N кінця | Тип вітки             | Марка/Тип/Назва      | L, км/Кт/Стан |
|-----------|---------|-----------------------|----------------------|---------------|
| 100       | 115     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 14.080        |
| 115       | 1       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 7.550         |
| 115       | 116     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 23.820        |
| 116       | 102     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 14.200        |
| 102       | 3       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 5.100         |
| 102       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 14.400        |
| 100       | 2       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 41.860        |
| 2         | 101     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 4.000         |
| 101       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 28.600        |
| 5         | 6       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 37.530        |
| 103       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 24.800        |
| 103       | 4       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.800         |
| 104       | 4       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.800         |
| 200       | 103     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.300         |
| 200       | 104     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.300         |
| 104       | 7       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 37.460        |
| 7         | 8       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 15.700        |
| 8         | 105     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 5.000         |
| 105       | 9       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 13.000        |
| 9         | 106     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 21.670        |
| 106       | 10      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 0.070         |
| 10        | 11      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 14.700        |
| 11        | 12      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 8.250         |
| 9         | 13      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 16.480        |
| 13        | 14      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 18.300        |
| 107       | 14      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 2.800         |
| 107       | 15      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 8.900         |
| 16        | 107     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.400        |
| 16        | 108     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.380         |
| 108       | 17      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 4.900         |
| 18        | 16      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 18.370        |
| 19        | 18      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 12.000        |
| 20        | 19      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 22.400        |
| 109       | 20      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 4.000         |
| 300       | 109     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 18.600        |
| 300       | 21      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 12.340        |
| 21        | 22      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 36.700        |
| 22        | 110     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 15.885        |
| 110       | 111     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.585         |
| 111       | 23      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 6.410         |
| 23        | 112     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.380        |
| 112       | 24      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 5.140         |
| 112       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.020        |
| 26        | 25      | Дволанцюгова ЛЕП      | 110 кВ / АС-120      | 5.200         |
| 113       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 18.770        |
| 114       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 22.270        |
| 113       | 27      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 2.800         |
| 114       | 27      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 2.800         |
| 28        | 113     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 8.860         |
| 29        | 114     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 15.100        |
| 100       | 28      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 15.030        |
| 100       | 29      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 1.500         |
| 1         | 1011    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10      | 10.768        |
| 2         | 2221    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 2221      | 3521    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 2221      | 1021    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 2         | 2222    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 2222      | 3522    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 2222      | 1022    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 3         | 1031    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10      | 10.768        |
| 4         | 1041    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТРДН-25000/110/10    | 10.952        |
| 4         | 1042    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТРДН-25000/110/10    | 10.952        |
| 5         | 5551    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10 | 1.030         |
| 5551      | 3551    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10 | 2.987         |
| 5551      | 1051    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10 | 10.455        |
| 5         | 5552    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 5552      | 3552    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 5552      | 1052    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 3551      | 3552    | Комутаційний апарат   |                      | Вкл.          |
| 1051      | 1052    | Комутаційний апарат   |                      | Вкл.          |
| 6         | 6661    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10 | 1.000         |
| 6661      | 2761    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10 | 4.182         |
| 6661      | 1061    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10 | 10.455        |
| 6         | 6662    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10 | 1.000         |
| 6662      | 2762    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10 | 4.182         |
| 6662      | 1062    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10 | 10.455        |
| 7         | 1071    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10      | 10.455        |

|         |         |                     |   |      |         |                       |        |
|---------|---------|---------------------|---|------|---------|-----------------------|--------|
| 8       | 8881    | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 8881    | 2781    | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 8881    | 1081    | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 8       | 8882    | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 8882    | 2782    | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 8882    | 1082    | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 9       | 9991    | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТМТН-6300/110/35/10   | 0.955  |
| 9991    | 3591    | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТМТН-6300/110/35/10   | 2.987  |
| 9991    | 1091    | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТМТН-6300/110/35/10   | 10.455 |
| 10      | 10101   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 11      | 10111   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.670  |
| 12      | 1212121 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 0.895  |
| 1212121 | 35121   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 1212121 | 10121   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 13      | 10131   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 14      | 10141   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 15      | 10151   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 16      | 10161   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 9.984  |
| 17      | 1717171 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 0.925  |
| 1717171 | 35171   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 1717171 | 10171   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 18      | 10181   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.298 |
| 19      | 10191   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 20      | 10201   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 21      | 10211   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-2500/110/10       | 10.600 |
| 22      | 2222221 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/10  | 1.000  |
| 2222221 | 35221   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 2.987  |
| 2222221 | 10221   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 10.455 |
| 22      | 2222222 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/10  | 1.000  |
| 2222222 | 35222   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 2.987  |
| 2222222 | 10222   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 10.455 |
| 23      | 10231   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 24      | 10241   | Транс.              | 2 | обм. | (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 25      | 2525251 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.030  |
| 2525251 | 27251   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 2525251 | 10251   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 25      | 2525252 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.030  |
| 2525252 | 27252   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 2525252 | 10252   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 26      | 2626261 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 1.060  |
| 2626261 | 35261   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 2626261 | 10261   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 26      | 2626262 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10  | 1.060  |
| 2626262 | 35262   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10  | 2.987  |
| 2626262 | 10262   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10  | 10.455 |
| 35261   | 35262   | Комутаційний апарат |   |      |         |                       | Вкл.   |
| 10261   | 10262   | Комутаційний апарат |   |      |         |                       | Вкл.   |
| 27      | 2727271 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 1.060  |
| 2727271 | 35271   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 2.987  |
| 2727271 | 6271    | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 17.424 |
| 27      | 2727272 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/6   | 1.060  |
| 2727272 | 35272   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/6   | 2.987  |
| 2727272 | 6272    | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/6   | 17.424 |
| 35271   | 35272   | Комутаційний апарат |   |      |         |                       | Вкл.   |
| 6271    | 6272    | Комутаційний апарат |   |      |         |                       | Вкл.   |
| 28      | 2828281 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 1.000  |
| 2828281 | 35281   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 2828281 | 10281   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 29      | 2929291 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 1.050  |
| 2929291 | 27291   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 4.182  |
| 2929291 | 10291   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 10.455 |
| 29      | 2929292 | Транс.              | 3 | обм. | (ВН-СТ) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 1.050  |
| 2929292 | 27292   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-СН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 4.182  |
| 2929292 | 10292   | Транс.              | 3 | обм. | (СТ-НН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 10.455 |

## Результати розрахунку усталеного режиму мережі у програмному комплексі Втрати – High

### ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Тривалість звітного періоду: 0.0 год  
Час втрат: 0.0 год

Отримано потужн./ел.енерг.: 193.479 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Відпущено потужн./ел.енерг.: 186.900 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати в ЛЕП 220-35 кВ: 5.025 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Втрати в ЛЕП 750-330 кВ: 0.000 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Сумарні втрати в ЛЕП: 5.025 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати х.х. в трансформаторах: 0.888 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Втрати нав. в трансформаторах: 0.666 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Сумарні втрати в трансформаторах: 1.554 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

СУМАРНІ ВТРАТИ У МЕРЕЖАХ 750-35 кВ: 6.579 МВт

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВУЗЛИ

| N вузла | Назва               | Рнав,МВт | Qнав,МВАр | U, кВ   | Фаза, град |
|---------|---------------------|----------|-----------|---------|------------|
| 100     | Він.Енерговузол     | -76.567  | -42.251   | 115.500 | 0.00       |
| 115     |                     | 0.000    | 0.000     | 115.076 | -0.18      |
| 1       | Вороновиця          | 0.000    | 0.000     | 114.973 | -0.20      |
| 116     |                     | 0.000    | 0.000     | 114.522 | -0.39      |
| 102     |                     | 0.000    | 0.000     | 114.120 | -0.51      |
| 3       | Брацлав             | 0.000    | 0.000     | 114.067 | -0.52      |
| 5       | Тульчин             | 0.000    | 0.000     | 113.799 | -0.57      |
| 2       | Немирів             | 0.000    | 0.000     | 113.959 | -0.56      |
| 101     |                     | 0.000    | 0.000     | 113.947 | -0.56      |
| 6       | Рахни тяга          | 0.000    | 0.000     | 111.249 | -1.07      |
| 103     |                     | 0.000    | 0.000     | 115.259 | -0.08      |
| 4       | Ферментний завод    | 0.000    | 0.000     | 115.209 | -0.09      |
| 104     |                     | 0.000    | 0.000     | 115.200 | -0.09      |
| 200     |                     | -64.623  | -35.468   | 115.500 | 0.00       |
| 7       | Суворівське         | 0.000    | 0.000     | 109.929 | -1.74      |
| 8       | Вапнярка тяга       | 0.000    | 0.000     | 107.879 | -2.41      |
| 105     |                     | 0.000    | 0.000     | 107.531 | -2.52      |
| 9       | Томашпіль           | 0.000    | 0.000     | 106.482 | -2.77      |
| 106     |                     | 0.000    | 0.000     | 105.088 | -3.13      |
| 10      | Антонівка           | 0.000    | 0.000     | 105.084 | -3.13      |
| 11      | Борівка             | 0.000    | 0.000     | 104.349 | -3.32      |
| 12      | Моївка              | 0.000    | 0.000     | 104.096 | -3.38      |
| 13      | Гнатків             | 0.000    | 0.000     | 106.413 | -2.73      |
| 14      | Дзигівка            | 0.000    | 0.000     | 106.549 | -2.62      |
| 107     |                     | 0.000    | 0.000     | 106.611 | -2.59      |
| 15      | Радянське           | 0.000    | 0.000     | 106.491 | -2.62      |
| 16      | Ямпіль              | 0.000    | 0.000     | 106.970 | -2.44      |
| 108     |                     | 0.000    | 0.000     | 106.956 | -2.44      |
| 17      | Пороги              | 0.000    | 0.000     | 106.823 | -2.48      |
| 18      | Михайлівка          | 0.000    | 0.000     | 108.432 | -1.90      |
| 19      | Івонівка            | 0.000    | 0.000     | 109.648 | -1.54      |
| 20      | Коси                | 0.000    | 0.000     | 112.328 | -0.80      |
| 109     |                     | 0.000    | 0.000     | 112.952 | -0.67      |
| 300     | Могилів-Подільський | -52.195  | -26.189   | 115.500 | 0.00       |
| 21      | Конєва              | 0.000    | 0.000     | 114.595 | -0.28      |
| 22      | Шаргород            | 0.000    | 0.000     | 112.016 | -1.04      |
| 110     |                     | 0.000    | 0.000     | 112.212 | -1.04      |
| 111     |                     | 0.000    | 0.000     | 112.239 | -1.04      |
| 23      | Носківці            | 0.000    | 0.000     | 112.308 | -1.04      |
| 112     |                     | 0.000    | 0.000     | 112.540 | -1.00      |
| 24      | Станіславчик        | 0.000    | 0.000     | 112.392 | -1.03      |
| 26      | Жмеринка            | 0.000    | 0.000     | 113.039 | -0.89      |
| 25      | Подільська тяга     | 0.000    | 0.000     | 112.875 | -0.93      |
| 113     |                     | 0.000    | 0.000     | 114.059 | -0.53      |
| 114     |                     | 0.000    | 0.000     | 114.157 | -0.49      |
| 27      | Гнівіль             | 0.000    | 0.000     | 114.074 | -0.52      |
| 28      | Сутиски             | 0.000    | 0.000     | 114.478 | -0.36      |
| 29      | Тюшки тяга          | 0.000    | 0.000     | 115.327 | -0.06      |
| 1011    |                     | 2.800    | 1.510     | 10.354  | -2.86      |
| 2221    |                     | 0.000    | 0.000     | 108.211 | -2.58      |

|         |       |       |         |        |
|---------|-------|-------|---------|--------|
| 2222    | 0.000 | 0.000 | 108.211 | -2.58  |
| 3521    | 0.000 | 0.000 | 36.227  | -2.58  |
| 3522    | 0.000 | 0.000 | 36.227  | -2.58  |
| 1021    | 5.000 | 2.830 | 10.338  | -2.54  |
| 1022    | 5.000 | 2.830 | 10.338  | -2.54  |
| 1031    | 2.200 | 1.070 | 10.363  | -2.63  |
| 1041    | 5.250 | 2.540 | 10.393  | -1.34  |
| 1042    | 5.250 | 2.540 | 10.393  | -1.34  |
| 5551    | 0.000 | 0.000 | 108.350 | -2.24  |
| 5552    | 0.000 | 0.000 | 107.851 | -2.66  |
| 3551    | 0.000 | 0.000 | 36.246  | -2.22  |
| 3552    | 0.000 | 0.000 | 36.246  | -2.22  |
| 1051    | 7.800 | 4.630 | 10.299  | -2.61  |
| 1052    | 0.000 | 0.000 | 10.299  | -2.61  |
| 6661    | 0.000 | 0.000 | 109.704 | -2.20  |
| 6662    | 0.000 | 0.000 | 109.704 | -2.20  |
| 2761    | 0.000 | 0.000 | 26.233  | -2.20  |
| 2762    | 0.000 | 0.000 | 26.233  | -2.20  |
| 1061    | 7.000 | 4.520 | 10.402  | -2.90  |
| 1062    | 7.000 | 4.520 | 10.402  | -2.90  |
| 1071    | 2.700 | 1.530 | 10.163  | -4.55  |
| 8881    | 0.000 | 0.000 | 106.552 | -3.78  |
| 8882    | 0.000 | 0.000 | 106.552 | -3.78  |
| 2781    | 0.000 | 0.000 | 25.479  | -3.78  |
| 2782    | 0.000 | 0.000 | 25.479  | -3.78  |
| 1081    | 8.000 | 3.640 | 10.114  | -4.64  |
| 1082    | 8.000 | 3.640 | 10.114  | -4.64  |
| 9991    | 0.000 | 0.000 | 107.441 | -6.38  |
| 3591    | 0.000 | 0.000 | 35.969  | -6.38  |
| 1091    | 3.100 | 1.410 | 10.078  | -8.38  |
| 10101   | 3.300 | 1.690 | 10.083  | -6.94  |
| 10111   | 4.100 | 2.100 | 10.204  | -8.18  |
| 1212121 | 0.000 | 0.000 | 110.462 | -8.22  |
| 35121   | 0.000 | 0.000 | 36.981  | -8.22  |
| 10121   | 6.200 | 2.820 | 10.321  | -10.61 |
| 10131   | 2.900 | 1.400 | 10.299  | -5.97  |
| 10141   | 3.300 | 1.690 | 10.237  | -6.32  |
| 10151   | 2.800 | 1.590 | 10.268  | -5.73  |
| 10161   | 5.500 | 3.290 | 10.199  | -6.33  |
| 1717171 | 0.000 | 0.000 | 109.769 | -7.22  |
| 35171   | 0.000 | 0.000 | 36.749  | -7.22  |
| 10171   | 6.400 | 2.920 | 10.243  | -9.72  |
| 10181   | 2.300 | 1.110 | 10.264  | -4.35  |
| 10191   | 3.900 | 2.310 | 10.408  | -5.70  |
| 10201   | 4.000 | 2.270 | 10.216  | -4.85  |
| 10211   | 1.200 | 0.680 | 10.462  | -2.90  |
| 2222221 | 0.000 | 0.000 | 109.279 | -3.48  |
| 2222222 | 0.000 | 0.000 | 109.279 | -3.48  |
| 35221   | 0.000 | 0.000 | 36.585  | -3.48  |
| 35222   | 0.000 | 0.000 | 36.585  | -3.48  |
| 10221   | 9.500 | 4.600 | 10.295  | -5.04  |
| 10222   | 9.500 | 4.600 | 10.295  | -5.04  |
| 10231   | 2.800 | 1.430 | 10.416  | -3.83  |
| 10241   | 6.100 | 3.460 | 10.255  | -4.93  |
| 2525251 | 0.000 | 0.000 | 108.340 | -2.02  |
| 2525252 | 0.000 | 0.000 | 108.340 | -2.02  |
| 27251   | 0.000 | 0.000 | 25.906  | -2.02  |
| 27252   | 0.000 | 0.000 | 25.906  | -2.02  |
| 10251   | 7.000 | 3.780 | 10.284  | -2.75  |
| 10252   | 7.000 | 3.780 | 10.284  | -2.75  |
| 2626261 | 0.000 | 0.000 | 105.453 | -2.07  |
| 2626262 | 0.000 | 0.000 | 105.159 | -2.38  |
| 35261   | 0.000 | 0.000 | 35.284  | -2.06  |
| 35262   | 0.000 | 0.000 | 35.284  | -2.06  |
| 10261   | 5.500 | 2.660 | 10.046  | -2.35  |
| 10262   | 0.000 | 0.000 | 10.046  | -2.35  |
| 2727271 | 0.000 | 0.000 | 106.280 | -1.83  |
| 2727272 | 0.000 | 0.000 | 106.635 | -1.43  |
| 35271   | 0.000 | 0.000 | 35.692  | -1.42  |
| 35272   | 0.000 | 0.000 | 35.692  | -1.42  |
| 6271    | 3.500 | 1.790 | 6.093   | -1.80  |
| 6272    | 3.500 | 1.790 | 6.092   | -1.80  |
| 2828281 | 0.000 | 0.000 | 109.371 | -3.87  |
| 35281   | 0.000 | 0.000 | 36.616  | -3.87  |
| 10281   | 5.500 | 3.260 | 10.186  | -6.02  |
| 2929291 | 0.000 | 0.000 | 108.455 | -1.50  |
| 2929292 | 0.000 | 0.000 | 108.455 | -1.50  |
| 27291   | 0.000 | 0.000 | 25.934  | -1.50  |
| 27292   | 0.000 | 0.000 | 25.934  | -1.50  |

|       |       |       |        |       |
|-------|-------|-------|--------|-------|
| 10291 | 6.000 | 2.730 | 10.365 | -1.48 |
| 10292 | 6.000 | 2.730 | 10.365 | -1.48 |

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВІТКИ

| N початку | N кінця | Pп, МВт | Qп, МВАр | Pк, МВт | Qк, МВАр | dP, МВт | dQ, МВАр | I, кА  | dU, кВ |
|-----------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--------|--------|
| 100       | 115     | 10.033  | 4.703    | 10.011  | 4.654    | 0.022   | 0.049    | 0.055  | 0.424  |
| 115       | 116     | 7.188   | 3.866    | 7.168   | 3.821    | 0.020   | 0.045    | 0.041  | 0.556  |
| 116       | 102     | 7.168   | 4.516    | 7.152   | 4.486    | 0.016   | 0.030    | 0.043  | 0.403  |
| 102       | 5       | 4.934   | 3.928    | 4.925   | 3.911    | 0.009   | 0.017    | 0.032  | 0.322  |
| 5         | 101     | -0.828  | -1.081   | -0.829  | -1.083   | 0.001   | 0.002    | -0.007 | -0.148 |
| 101       | 2       | -0.829  | -0.501   | -0.829  | -0.501   | 0.000   | 0.000    | -0.005 | -0.012 |
| 2         | 100     | -10.908 | -6.163   | -10.994 | -6.354   | 0.086   | 0.190    | -0.063 | -1.547 |
| 5         | 103     | -16.448 | -8.383   | -16.585 | -8.634   | 0.137   | 0.250    | -0.094 | -1.465 |
| 103       | 4       | 12.941  | 7.191    | 12.936  | 7.186    | 0.004   | 0.005    | 0.074  | 0.050  |
| 4         | 104     | 2.366   | 1.407    | 2.366   | 1.407    | 0.000   | 0.000    | 0.014  | 0.009  |
| 104       | 7       | 37.364  | 22.112   | 36.246  | 20.067   | 1.114   | 2.036    | 0.217  | 5.321  |
| 7         | 8       | 33.525  | 19.167   | 33.118  | 18.422   | 0.405   | 0.741    | 0.202  | 2.095  |
| 8         | 105     | 17.030  | 10.239   | 16.995  | 10.174   | 0.036   | 0.065    | 0.106  | 0.356  |
| 105       | 9       | 16.995  | 10.455   | 16.874  | 10.280   | 0.120   | 0.174    | 0.107  | 1.069  |
| 9         | 13      | -0.178  | 1.269    | -0.179  | 1.269    | 0.001   | 0.001    | -0.007 | 0.066  |
| 13        | 14      | -3.101  | 0.124    | -3.105  | 0.118    | 0.004   | 0.006    | -0.017 | -0.146 |
| 14        | 107     | -6.431  | -1.598   | -6.434  | -1.602   | 0.003   | 0.004    | -0.036 | -0.065 |
| 107       | 16      | -9.259  | -2.998   | -9.282  | -3.032   | 0.023   | 0.034    | -0.053 | -0.370 |
| 16        | 18      | -21.291 | -10.447  | -21.481 | -10.794  | 0.189   | 0.346    | -0.128 | -1.500 |
| 18        | 19      | -23.798 | -11.608  | -23.991 | -11.888  | 0.193   | 0.279    | -0.141 | -1.236 |
| 19        | 20      | -27.927 | -14.122  | -28.420 | -14.836  | 0.491   | 0.711    | -0.164 | -2.708 |
| 20        | 109     | -32.455 | -17.132  | -32.596 | -17.301  | 0.140   | 0.169    | -0.188 | -0.628 |
| 109       | 300     | -32.596 | -16.915  | -33.127 | -17.684  | 0.529   | 0.766    | -0.187 | -2.555 |
| 104       | 200     | -34.998 | -19.968  | -35.057 | -20.076  | 0.059   | 0.108    | -0.202 | -0.300 |
| 103       | 200     | -29.526 | -15.318  | -29.566 | -15.391  | 0.040   | 0.073    | -0.166 | -0.241 |
| 5552      | 3552    | -1.701  | -0.742   | -1.702  | -0.757   | 0.001   | 0.016    | -0.010 | -0.451 |
| 3552      | 3551    | -1.702  | -0.757   | -1.702  | -0.757   | 0.000   | 0.000    | -0.030 | -0.000 |
| 5551      | 3551    | 1.704   | 0.757    | 1.702   | 0.757    | 0.002   | 0.000    | 0.010  | 0.082  |
| 5551      | 1051    | 0.955   | 0.831    | 0.954   | 0.819    | 0.001   | 0.011    | 0.007  | 0.707  |
| 1051      | 1052    | -6.841  | -3.808   | -6.841  | -3.808   | 0.000   | 0.000    | -0.438 | -0.001 |
| 5552      | 1052    | 6.856   | 3.808    | 6.841   | 3.808    | 0.014   | 0.000    | 0.042  | 0.168  |
| 5         | 5552    | 5.162   | 3.331    | 5.154   | 3.066    | 0.008   | 0.264    | 0.031  | 2.827  |
| 5         | 5551    | 2.663   | 1.698    | 2.659   | 1.588    | 0.004   | 0.109    | 0.016  | 2.279  |
| 300       | 21      | 19.068  | 8.505    | 18.959  | 8.348    | 0.109   | 0.157    | 0.104  | 0.906  |
| 21        | 22      | 17.747  | 8.414    | 17.456  | 7.993    | 0.290   | 0.420    | 0.099  | 2.597  |
| 22        | 110     | -1.648  | -2.406   | -1.651  | -2.410   | 0.003   | 0.004    | -0.015 | -0.197 |
| 110       | 111     | -1.651  | -2.097   | -1.651  | -2.097   | 0.000   | 0.001    | -0.014 | -0.027 |
| 111       | 23      | -1.651  | -1.944   | -1.652  | -1.945   | 0.001   | 0.001    | -0.013 | -0.069 |
| 23        | 112     | -4.473  | -3.339   | -4.480  | -3.349   | 0.007   | 0.010    | -0.029 | -0.234 |
| 112       | 26      | -10.630 | -6.981   | -10.664 | -7.031   | 0.034   | 0.050    | -0.065 | -0.502 |
| 26        | 113     | -15.787 | -9.128   | -15.870 | -9.313   | 0.083   | 0.184    | -0.093 | -1.029 |
| 113       | 28      | -14.466 | -7.738   | -14.498 | -7.808   | 0.031   | 0.069    | -0.083 | -0.421 |
| 28        | 100     | -20.053 | -11.553  | -20.157 | -11.785  | 0.104   | 0.231    | -0.117 | -1.025 |
| 27        | 2727271 | 3.281   | 1.716    | 3.278   | 1.620    | 0.003   | 0.095    | 0.019  | 1.470  |
| 2727271   | 35271   | -1.528  | -0.576   | -1.528  | -0.588   | 0.001   | 0.013    | -0.009 | -0.354 |
| 35271     | 35272   | -1.528  | -0.588   | -1.528  | -0.588   | 0.000   | 0.000    | -0.026 | -0.000 |
| 2727272   | 35272   | 1.529   | 0.588    | 1.528   | 0.588    | 0.000   | 0.000    | 0.009  | 0.021  |
| 27        | 2727272 | 3.728   | 2.068    | 3.726   | 1.991    | 0.002   | 0.077    | 0.022  | 1.072  |
| 2727272   | 6272    | 2.197   | 1.402    | 2.196   | 1.382    | 0.001   | 0.020    | 0.014  | 0.500  |
| 6272      | 6271    | -1.301  | -0.407   | -1.301  | -0.407   | 0.000   | 0.000    | -0.129 | -0.000 |
| 2727271   | 6271    | 4.806   | 2.196    | 4.799   | 2.196    | 0.007   | 0.000    | 0.029  | 0.121  |
| 113       | 27      | -1.404  | -1.016   | -1.404  | -1.017   | 0.000   | 0.000    | -0.009 | -0.015 |
| 27        | 114     | -8.472  | -5.067   | -8.475  | -5.075   | 0.004   | 0.008    | -0.050 | -0.083 |
| 114       | 29      | -23.100 | -12.967  | -23.238 | -13.274  | 0.138   | 0.305    | -0.134 | -1.174 |
| 29        | 100     | -35.351 | -19.341  | -35.382 | -19.410  | 0.031   | 0.069    | -0.201 | -0.173 |
| 114       | 26      | 14.625  | 8.630    | 14.541  | 8.444    | 0.083   | 0.185    | 0.086  | 1.127  |
| 26        | 2626261 | 1.860   | 0.950    | 1.858   | 0.902    | 0.002   | 0.048    | 0.011  | 1.319  |
| 2626261   | 35261   | 1.176   | 0.404    | 1.175   | 0.404    | 0.001   | 0.000    | 0.007  | 0.058  |
| 35261     | 35262   | 1.175   | 0.404    | 1.175   | 0.404    | 0.000   | 0.000    | 0.020  | 0.000  |
| 2626262   | 35262   | -1.175  | -0.397   | -1.175  | -0.404   | 0.000   | 0.007    | -0.007 | -0.257 |
| 26        | 2626262 | 3.651   | 1.890    | 3.647   | 1.769    | 0.004   | 0.120    | 0.021  | 1.653  |
| 2626262   | 10262   | 4.822   | 2.166    | 4.815   | 2.166    | 0.007   | 0.000    | 0.029  | 0.122  |
| 10262     | 10261   | 4.815   | 2.166    | 4.815   | 2.166    | 0.000   | 0.000    | 0.303  | 0.000  |
| 2626261   | 10261   | 0.682   | 0.498    | 0.682   | 0.492    | 0.000   | 0.005    | 0.005  | 0.443  |
| 8881      | 2781    | 0.000   | -0.000   | 0.000   | -0.000   | 0.000   | 0.000    | 0.000  | 0.000  |
| 8881      | 1081    | 8.001   | 3.786    | 7.995   | 3.638    | 0.006   | 0.148    | 0.048  | 0.929  |
| 8         | 8882    | 8.006   | 4.026    | 8.001   | 3.786    | 0.006   | 0.239    | 0.048  | 1.464  |
| 8882      | 2782    | 0.000   | 0.000    | 0.000   | 0.000    | 0.000   | 0.000    | 0.000  | 0.000  |
| 8882      | 1082    | 8.001   | 3.786    | 7.995   | 3.638    | 0.006   | 0.148    | 0.048  | 0.929  |
| 7         | 1071    | 2.711   | 1.717    | 2.698   | 1.529    | 0.012   | 0.187    | 0.017  | 3.963  |

|         |         |        |        |        |        |       |       |        |        |
|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 1       | 1011    | 2.810  | 1.688  | 2.798  | 1.509  | 0.012 | 0.179 | 0.016  | 3.616  |
| 4       | 1041    | 5.253  | 2.684  | 5.247  | 2.538  | 0.007 | 0.145 | 0.030  | 1.415  |
| 4       | 1042    | 5.253  | 2.684  | 5.247  | 2.538  | 0.007 | 0.145 | 0.030  | 1.415  |
| 2       | 2221    | 5.012  | 3.070  | 5.005  | 2.828  | 0.007 | 0.241 | 0.030  | 2.609  |
| 6       | 6661    | 7.005  | 4.847  | 7.000  | 4.643  | 0.005 | 0.203 | 0.044  | 1.606  |
| 2221    | 3521    | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | -0.000 |
| 2221    | 1021    | 5.005  | 2.828  | 4.997  | 2.828  | 0.008 | 0.000 | 0.031  | 0.122  |
| 2       | 2222    | 5.012  | 3.070  | 5.005  | 2.828  | 0.007 | 0.241 | 0.030  | 2.609  |
| 2222    | 3522    | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2222    | 1022    | 5.005  | 2.828  | 4.997  | 2.828  | 0.008 | 0.000 | 0.031  | 0.122  |
| 5       | 6       | 14.328 | 9.904  | 14.090 | 9.560  | 0.237 | 0.343 | 0.088  | 2.564  |
| 107     | 15      | 2.824  | 1.733  | 2.822  | 1.730  | 0.002 | 0.003 | 0.018  | 0.123  |
| 102     | 3       | 2.217  | 1.156  | 2.216  | 1.155  | 0.001 | 0.001 | 0.013  | 0.053  |
| 3       | 1031    | 2.206  | 1.175  | 2.199  | 1.069  | 0.007 | 0.105 | 0.013  | 2.593  |
| 15      | 10151   | 2.813  | 1.806  | 2.798  | 1.589  | 0.014 | 0.216 | 0.018  | 4.379  |
| 6661    | 2761    | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 6661    | 1061    | 7.000  | 4.643  | 6.996  | 4.517  | 0.005 | 0.126 | 0.044  | 1.013  |
| 6       | 6662    | 7.005  | 4.847  | 7.000  | 4.643  | 0.005 | 0.203 | 0.044  | 1.606  |
| 6662    | 2762    | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 6662    | 1062    | 7.000  | 4.643  | 6.996  | 4.517  | 0.005 | 0.126 | 0.044  | 1.013  |
| 115     | 1       | 2.823  | 1.627  | 2.821  | 1.625  | 0.002 | 0.002 | 0.016  | 0.104  |
| 20      | 10201   | 4.025  | 2.677  | 3.997  | 2.269  | 0.027 | 0.407 | 0.025  | 5.887  |
| 19      | 10191   | 3.925  | 2.728  | 3.898  | 2.309  | 0.028 | 0.417 | 0.025  | 6.212  |
| 18      | 10181   | 2.307  | 1.238  | 2.299  | 1.109  | 0.009 | 0.128 | 0.014  | 2.978  |
| 28      | 2828281 | 5.535  | 4.068  | 5.516  | 3.556  | 0.019 | 0.510 | 0.035  | 5.353  |
| 2828281 | 35281   | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 2828281 | 10281   | 5.516  | 3.556  | 5.497  | 3.258  | 0.019 | 0.297 | 0.035  | 3.219  |
| 9       | 106     | 13.923 | 7.921  | 13.790 | 7.729  | 0.132 | 0.191 | 0.087  | 1.427  |
| 16      | 108     | 6.469  | 3.946  | 6.469  | 3.945  | 0.001 | 0.001 | 0.041  | 0.013  |
| 108     | 17      | 6.469  | 4.028  | 6.463  | 4.018  | 0.005 | 0.010 | 0.041  | 0.136  |
| 17      | 1717171 | 6.445  | 3.991  | 6.419  | 3.275  | 0.027 | 0.714 | 0.041  | 5.992  |
| 1717171 | 35171   | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 1717171 | 10171   | 6.419  | 3.275  | 6.396  | 2.918  | 0.023 | 0.355 | 0.038  | 3.343  |
| 16      | 10161   | 5.527  | 3.838  | 5.497  | 3.288  | 0.030 | 0.548 | 0.036  | 5.671  |
| 14      | 10141   | 3.317  | 1.979  | 3.298  | 1.689  | 0.019 | 0.289 | 0.021  | 4.849  |
| 13      | 10131   | 2.913  | 1.615  | 2.898  | 1.399  | 0.014 | 0.215 | 0.018  | 4.022  |
| 106     | 10      | 13.790 | 8.052  | 13.790 | 8.051  | 0.000 | 0.001 | 0.088  | 0.004  |
| 10      | 11      | 10.463 | 6.225  | 10.410 | 6.148  | 0.053 | 0.077 | 0.067  | 0.753  |
| 11      | 12      | 6.272  | 3.848  | 6.260  | 3.832  | 0.011 | 0.016 | 0.041  | 0.259  |
| 29      | 2929291 | 6.007  | 2.915  | 6.002  | 2.728  | 0.005 | 0.186 | 0.033  | 1.488  |
| 2929291 | 27291   | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000  |
| 2929291 | 10291   | 6.002  | 2.728  | 5.996  | 2.728  | 0.006 | 0.000 | 0.035  | 0.084  |
| 29      | 2929292 | 6.007  | 2.915  | 6.002  | 2.728  | 0.005 | 0.186 | 0.033  | 1.488  |
| 2929292 | 27292   | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000  |
| 2929292 | 10292   | 6.002  | 2.728  | 5.996  | 2.728  | 0.006 | 0.000 | 0.035  | 0.084  |
| 12      | 1212121 | 6.243  | 3.854  | 6.217  | 3.147  | 0.026 | 0.704 | 0.041  | 6.067  |
| 1212121 | 35121   | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 1212121 | 10121   | 6.217  | 3.147  | 6.196  | 2.818  | 0.021 | 0.328 | 0.036  | 3.271  |
| 11      | 10111   | 4.129  | 2.579  | 4.097  | 2.099  | 0.032 | 0.478 | 0.027  | 6.505  |
| 10      | 10101   | 3.318  | 1.988  | 3.298  | 1.689  | 0.020 | 0.298 | 0.021  | 4.994  |
| 9       | 9991    | 3.117  | 1.804  | 3.107  | 1.546  | 0.010 | 0.257 | 0.019  | 4.387  |
| 9991    | 3591    | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 9991    | 1091    | 3.107  | 1.546  | 3.098  | 1.409  | 0.009 | 0.136 | 0.019  | 2.535  |
| 8       | 8881    | 8.006  | 4.026  | 8.001  | 3.786  | 0.006 | 0.239 | 0.048  | 1.464  |
| 26      | 25      | 14.106 | 8.497  | 14.091 | 8.475  | 0.015 | 0.022 | 0.084  | 0.165  |
| 25      | 2525251 | 7.004  | 4.074  | 7.000  | 3.895  | 0.004 | 0.178 | 0.041  | 1.340  |
| 2525251 | 27251   | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 2525251 | 10251   | 7.000  | 3.895  | 6.996  | 3.778  | 0.005 | 0.117 | 0.043  | 0.874  |
| 25      | 2525252 | 7.004  | 4.074  | 7.000  | 3.895  | 0.004 | 0.178 | 0.041  | 1.340  |
| 2525252 | 10252   | 7.000  | 3.895  | 6.996  | 3.778  | 0.005 | 0.117 | 0.043  | 0.874  |
| 2525252 | 27252   | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 112     | 24      | 6.150  | 4.067  | 6.144  | 4.058  | 0.006 | 0.009 | 0.038  | 0.150  |
| 24      | 10241   | 6.129  | 4.052  | 6.096  | 3.458  | 0.033 | 0.591 | 0.038  | 5.557  |
| 23      | 10231   | 2.810  | 1.613  | 2.798  | 1.429  | 0.012 | 0.183 | 0.017  | 3.630  |
| 22      | 2222222 | 9.522  | 5.461  | 9.508  | 4.928  | 0.014 | 0.532 | 0.056  | 2.920  |
| 2222222 | 10222   | 9.508  | 4.928  | 9.494  | 4.597  | 0.014 | 0.329 | 0.056  | 1.855  |
| 2222222 | 35222   | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 22      | 2222221 | 9.522  | 5.461  | 9.508  | 4.928  | 0.014 | 0.532 | 0.056  | 2.920  |
| 2222221 | 10221   | 9.508  | 4.928  | 9.494  | 4.597  | 0.014 | 0.329 | 0.056  | 1.855  |
| 2222221 | 35221   | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 21      | 10211   | 1.206  | 0.758  | 1.199  | 0.680  | 0.007 | 0.078 | 0.007  | 3.837  |

## ДОДАТОК В

## Вхідні дані для розрахунку усталеного режиму електричної мережі після розвитку

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Тривалість звітного періоду: 0.0 годин

Балансуючі вузли:

|         |     |     |        |       |      |
|---------|-----|-----|--------|-------|------|
| Nвузла: | 100 | Un: | 115.50 | Фаза: | 0.00 |
| Nвузла: | 200 | Un: | 115.50 | Фаза: | 0.00 |
| Nвузла: | 300 | Un: | 115.50 | Фаза: | 0.00 |

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВУЗЛИ: К-сть вузлів: 140

| N вузла | Назва               | U, кВ | Pнав, МВт | Qнав, МВАр | Wв, МВт год | Cos | Pmin, МВт | Pmax, МВт |
|---------|---------------------|-------|-----------|------------|-------------|-----|-----------|-----------|
| 100     | Він.Енерговузол     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 115     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 1       | Вороновиця          | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 116     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 102     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 3       | Брацлав             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 5       | Тульчин             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 2       | Немирів             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 101     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 6       | Рахни тяга          | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 103     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 4       | Ферментний завод    | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 104     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 200     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 7       | Суворівське         | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 8       | Вапнярка тяга       | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 105     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 9       | Томашпіль           | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 106     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 10      | Антонівка           | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 11      | Борівка             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 12      | Моївка              | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 13      | Гнатків             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 14      | Дзигівка            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 107     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 15      | Радянське           | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 16      | Ямпіль              | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 108     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 17      | Пороги              | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 18      | Михайлівка          | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 19      | Івонівка            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 20      | Коси                | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 109     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 300     | Могилів-Подільський | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 21      | Конева              | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 22      | Шаргород            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 110     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 111     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 23      | Носківці            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 112     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 24      | Станіславчик        | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 26      | Жмеринка            | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 25      | Подільська тяга     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 113     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 114     |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 27      | Гнівани             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 28      | Сутиски             | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 29      | Тюшки тяга          | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 1011    |                     | 10    | 2.800     | 1.510      |             |     |           |           |
| 2221    |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 2222    |                     | 110   |           |            |             |     |           |           |
| 3521    |                     | 35    |           |            |             |     |           |           |
| 3522    |                     | 35    |           |            |             |     |           |           |
| 1021    |                     | 10    | 5.000     | 2.830      |             |     |           |           |
| 1022    |                     | 10    | 5.000     | 2.830      |             |     |           |           |
| 1031    |                     | 10    | 2.200     | 1.070      |             |     |           |           |
| 1041    |                     | 10    | 5.250     | 2.540      |             |     |           |           |



|         |           |     |       |       |
|---------|-----------|-----|-------|-------|
| 1042    |           | 10  | 5.250 | 2.540 |
| 5551    |           | 110 |       |       |
| 5552    |           | 110 |       |       |
| 3551    |           | 35  |       |       |
| 3552    |           | 35  |       |       |
| 1051    |           | 10  | 7.800 | 4.630 |
| 1052    |           | 10  |       |       |
| 6661    |           | 110 |       |       |
| 6662    |           | 110 |       |       |
| 2761    |           | 27  |       |       |
| 2762    |           | 27  |       |       |
| 1061    |           | 10  | 7.000 | 4.520 |
| 1062    |           | 10  | 7.000 | 4.520 |
| 1071    |           | 10  | 2.700 | 1.530 |
| 8881    |           | 110 |       |       |
| 8882    |           | 110 |       |       |
| 2781    |           | 27  |       |       |
| 2782    |           | 27  |       |       |
| 1081    |           | 10  | 8.000 | 3.640 |
| 1082    |           | 10  | 8.000 | 3.640 |
| 9991    |           | 110 |       |       |
| 3591    |           | 35  |       |       |
| 1091    |           | 10  | 3.100 | 1.410 |
| 10101   |           | 10  | 3.300 | 1.690 |
| 10111   |           | 10  | 4.100 | 2.100 |
| 1212121 |           | 110 |       |       |
| 35121   |           | 35  |       |       |
| 10121   |           | 10  | 6.200 | 2.820 |
| 10131   |           | 10  | 2.900 | 1.400 |
| 10141   |           | 10  | 3.300 | 1.690 |
| 10151   |           | 10  | 2.800 | 1.590 |
| 10161   |           | 10  | 5.500 | 3.290 |
| 1717171 |           | 110 |       |       |
| 35171   |           | 35  |       |       |
| 10171   |           | 10  | 6.400 | 2.920 |
| 10181   |           | 10  | 2.300 | 1.110 |
| 10191   |           | 10  | 3.900 | 2.310 |
| 10201   |           | 10  | 4.000 | 2.270 |
| 10211   |           | 10  | 1.200 | 0.680 |
| 2222221 |           | 110 |       |       |
| 2222222 |           | 110 |       |       |
| 35221   |           | 35  |       |       |
| 35222   |           | 35  |       |       |
| 10221   |           | 10  | 9.500 | 4.600 |
| 10222   |           | 10  | 9.500 | 4.600 |
| 10231   |           | 10  | 2.800 | 1.430 |
| 10241   |           | 10  | 6.100 | 3.460 |
| 2525251 |           | 110 |       |       |
| 2525252 |           | 110 |       |       |
| 27251   |           | 27  |       |       |
| 27252   |           | 27  |       |       |
| 10251   |           | 10  | 7.000 | 3.780 |
| 10252   |           | 10  | 7.000 | 3.780 |
| 2626261 |           | 110 |       |       |
| 2626262 |           | 110 |       |       |
| 35261   |           | 35  |       |       |
| 35262   |           | 35  |       |       |
| 10261   |           | 10  | 5.500 | 2.660 |
| 10262   |           | 10  |       |       |
| 2727271 |           | 110 |       |       |
| 2727272 |           | 110 |       |       |
| 35271   |           | 35  |       |       |
| 35272   |           | 35  |       |       |
| 6271    |           | 6   | 3.500 | 1.790 |
| 6272    |           | 6   | 3.500 | 1.790 |
| 2828281 |           | 110 |       |       |
| 35281   |           | 35  |       |       |
| 10281   |           | 10  | 5.500 | 3.260 |
| 2929291 |           | 110 |       |       |
| 2929292 |           | 110 |       |       |
| 27291   |           | 27  |       |       |
| 27292   |           | 27  |       |       |
| 10291   |           | 10  | 6.000 | 2.730 |
| 10292   |           | 10  | 6.000 | 2.730 |
| 201     | Джурин    | 110 |       |       |
| 202     | Березівка | 110 |       |       |
| 203     | Чернівці  | 110 |       |       |
| 102011  |           | 10  | 4.250 | 2.060 |
| 102012  |           | 10  | 4.250 | 2.060 |

|        |    |       |       |
|--------|----|-------|-------|
| 102021 | 10 | 2.850 | 1.300 |
| 102022 | 10 | 2.850 | 1.300 |
| 102031 | 10 | 3.700 | 2.000 |
| 102032 | 10 | 3.700 | 2.000 |

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВІТКИ: К-сть віток: 151

| N початку | N кінця | Тип вітки             | Марка/Тип/Назва      | L, км/Кт/Стан |
|-----------|---------|-----------------------|----------------------|---------------|
| 100       | 115     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 14.080        |
| 115       | 1       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 7.550         |
| 115       | 116     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 23.820        |
| 116       | 102     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 14.200        |
| 102       | 3       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 5.100         |
| 102       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 14.400        |
| 100       | 2       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 41.860        |
| 2         | 101     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 4.000         |
| 101       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 28.600        |
| 5         | 6       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 37.530        |
| 103       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 24.800        |
| 103       | 4       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.800         |
| 104       | 4       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.800         |
| 200       | 103     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.300         |
| 200       | 104     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.300         |
| 104       | 7       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 37.460        |
| 7         | 8       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 15.700        |
| 8         | 105     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 5.000         |
| 105       | 9       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 13.000        |
| 9         | 106     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 21.670        |
| 106       | 10      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 0.070         |
| 10        | 11      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 14.700        |
| 11        | 12      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 8.250         |
| 9         | 13      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 16.480        |
| 13        | 14      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 18.300        |
| 107       | 14      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 2.800         |
| 107       | 15      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 8.900         |
| 16        | 107     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.400        |
| 16        | 108     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.380         |
| 108       | 17      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 4.900         |
| 18        | 16      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 18.370        |
| 19        | 18      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 12.000        |
| 20        | 19      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 22.400        |
| 109       | 20      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 4.000         |
| 300       | 109     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 18.600        |
| 300       | 21      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 12.340        |
| 21        | 22      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 36.700        |
| 22        | 110     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 15.885        |
| 110       | 111     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.585         |
| 111       | 23      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 6.410         |
| 23        | 112     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.380        |
| 112       | 24      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 5.140         |
| 112       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.020        |
| 26        | 25      | Дволанцюгова ЛЕП      | 110 кВ / АС-120      | 5.200         |
| 113       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 18.770        |
| 114       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 22.270        |
| 113       | 27      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 2.800         |
| 114       | 27      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 2.800         |
| 28        | 113     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 8.860         |
| 29        | 114     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 15.100        |
| 100       | 28      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 15.030        |
| 100       | 29      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 1.500         |
| 1         | 1011    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10      | 10.768        |
| 2         | 2221    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 2221      | 3521    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 2221      | 1021    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 2         | 2222    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 2222      | 3522    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 2222      | 1022    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 3         | 1031    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10      | 10.768        |
| 4         | 1041    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТРДН-25000/110/10    | 10.952        |
| 4         | 1042    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТРДН-25000/110/10    | 10.952        |
| 5         | 5551    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10 | 1.030         |
| 5551      | 3551    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10 | 2.987         |
| 5551      | 1051    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10 | 10.455        |
| 5         | 5552    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 5552      | 3552    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 5552      | 1052    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 3551      | 3552    | Комутаційний апарат   |                      | Вкл.          |

|         |         |                       |                       |        |
|---------|---------|-----------------------|-----------------------|--------|
| 1051    | 1052    | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 6       | 6661    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 6661    | 2761    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 6661    | 1061    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 6       | 6662    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 6662    | 2762    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 6662    | 1062    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 7       | 1071    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 8       | 8881    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 8881    | 2781    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 8881    | 1081    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 8       | 8882    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 8882    | 2782    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 8882    | 1082    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 9       | 9991    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТМТН-6300/110/35/10   | 0.955  |
| 9991    | 3591    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТМТН-6300/110/35/10   | 2.987  |
| 9991    | 1091    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТМТН-6300/110/35/10   | 10.455 |
| 10      | 10101   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 11      | 10111   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.670  |
| 12      | 1212121 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 0.895  |
| 1212121 | 35121   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 1212121 | 10121   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 13      | 10131   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 14      | 10141   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 15      | 10151   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 16      | 10161   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 9.984  |
| 17      | 1717171 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 0.925  |
| 1717171 | 35171   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 1717171 | 10171   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 18      | 10181   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.298 |
| 19      | 10191   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 20      | 10201   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 21      | 10211   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-2500/110/10       | 10.600 |
| 22      | 2222221 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/10  | 1.000  |
| 2222221 | 35221   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 2.987  |
| 2222221 | 10221   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 10.455 |
| 22      | 2222222 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/10  | 1.000  |
| 2222222 | 35222   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 2.987  |
| 2222222 | 10222   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 10.455 |
| 23      | 10231   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 24      | 10241   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 25      | 2525251 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.030  |
| 2525251 | 27251   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 2525251 | 10251   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 25      | 2525252 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.030  |
| 2525252 | 27252   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 2525252 | 10252   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 26      | 2626261 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 1.060  |
| 2626261 | 35261   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 2626261 | 10261   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 26      | 2626262 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10  | 1.060  |
| 2626262 | 35262   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10  | 2.987  |
| 2626262 | 10262   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10  | 10.455 |
| 35261   | 35262   | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 10261   | 10262   | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 27      | 2727271 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 1.060  |
| 2727271 | 35271   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 2.987  |
| 2727271 | 6271    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 17.424 |
| 27      | 2727272 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/6   | 1.060  |
| 2727272 | 35272   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/6   | 2.987  |
| 2727272 | 6272    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/6   | 17.424 |
| 35271   | 35272   | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 6271    | 6272    | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 28      | 2828281 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 1.000  |
| 2828281 | 35281   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 2828281 | 10281   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 29      | 2929291 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 1.050  |
| 2929291 | 27291   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 4.182  |
| 2929291 | 10291   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 10.455 |
| 29      | 2929292 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 1.050  |
| 2929292 | 27292   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 4.182  |
| 2929292 | 10292   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 10.455 |
| 22      | 202     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 14.000 |
| 202     | 201     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 17.000 |
| 203     | 201     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 19.000 |
| 11      | 203     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 12.500 |
| 201     | 102011  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 201     | 102012  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 202     | 102021  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |

|     |        |                       |                 |        |
|-----|--------|-----------------------|-----------------|--------|
| 202 | 102022 | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10 | 10.455 |
| 203 | 102031 | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10 | 10.455 |
| 203 | 102032 | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10 | 10.455 |

## Результати розрахунку усталеного режиму електричної мережі після розвитку

### ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Тривалість звітного періоду: 0.0 год  
Час втрат: 0.0 год

Отримано потужн./ел.енерг.: 216.964 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Відпущено потужн./ел.енерг.: 208.500 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати в ЛЕП 220-35 кВ: 6.738 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Втрати в ЛЕП 750-330 кВ: 0.000 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Сумарні втрати в ЛЕП: 6.738 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати х.х. в трансформаторах: 0.947 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Втрати нав. в трансформаторах: 0.779 МВт / 0.000 тис.кВт\*г  
Сумарні втрати в трансформаторах: 1.726 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

СУМАРНІ ВТРАТИ У МЕРЕЖАХ 750-35 кВ: 8.464 МВт

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВУЗЛИ

| N вузла | Назва               | Рнав,МВт | Qнав,МВАр | U, кВ   | Фаза, град |
|---------|---------------------|----------|-----------|---------|------------|
| 100     | Він.Енерговузол     | -87.980  | -49.480   | 115.500 | 0.00       |
| 115     |                     | 0.000    | 0.000     | 115.077 | -0.18      |
| 1       | Вороновиця          | 0.000    | 0.000     | 114.973 | -0.20      |
| 116     |                     | 0.000    | 0.000     | 114.524 | -0.39      |
| 102     |                     | 0.000    | 0.000     | 114.123 | -0.51      |
| 3       | Брацлав             | 0.000    | 0.000     | 114.069 | -0.52      |
| 5       | Тульчин             | 0.000    | 0.000     | 113.802 | -0.57      |
| 2       | Немирів             | 0.000    | 0.000     | 113.960 | -0.56      |
| 101     |                     | 0.000    | 0.000     | 113.949 | -0.56      |
| 6       | Рахни тяга          | 0.000    | 0.000     | 111.252 | -1.07      |
| 103     |                     | 0.000    | 0.000     | 115.264 | -0.08      |
| 4       | Ферментний завод    | 0.000    | 0.000     | 115.216 | -0.09      |
| 104     |                     | 0.000    | 0.000     | 115.210 | -0.09      |
| 200     |                     | -62.870  | -34.504   | 115.500 | 0.00       |
| 7       | Суворівське         | 0.000    | 0.000     | 110.177 | -1.65      |
| 8       | Вапнярка тяга       | 0.000    | 0.000     | 108.223 | -2.28      |
| 105     |                     | 0.000    | 0.000     | 107.904 | -2.38      |
| 9       | Томашпіль           | 0.000    | 0.000     | 106.944 | -2.60      |
| 106     |                     | 0.000    | 0.000     | 105.769 | -2.88      |
| 10      | Антонівка           | 0.000    | 0.000     | 105.765 | -2.88      |
| 11      | Борівка             | 0.000    | 0.000     | 105.176 | -3.01      |
| 12      | Моївка              | 0.000    | 0.000     | 104.925 | -3.07      |
| 13      | Гнатків             | 0.000    | 0.000     | 106.818 | -2.58      |
| 14      | Дзигівка            | 0.000    | 0.000     | 106.890 | -2.50      |
| 107     |                     | 0.000    | 0.000     | 106.942 | -2.47      |
| 15      | Радянське           | 0.000    | 0.000     | 106.822 | -2.50      |
| 16      | Ямпіль              | 0.000    | 0.000     | 107.263 | -2.34      |
| 108     |                     | 0.000    | 0.000     | 107.250 | -2.34      |
| 17      | Пороги              | 0.000    | 0.000     | 107.117 | -2.38      |
| 18      | Михайлівка          | 0.000    | 0.000     | 108.665 | -1.82      |
| 19      | Івонівка            | 0.000    | 0.000     | 109.834 | -1.48      |
| 20      | Коси                | 0.000    | 0.000     | 112.423 | -0.77      |
| 109     |                     | 0.000    | 0.000     | 113.029 | -0.65      |
| 300     | Могилів-Подільський | -66.014  | -33.727   | 115.500 | 0.00       |
| 21      | Конева              | 0.000    | 0.000     | 113.833 | -0.47      |
| 22      | Шаргород            | 0.000    | 0.000     | 109.018 | -1.88      |
| 110     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.986 | -1.68      |
| 111     |                     | 0.000    | 0.000     | 110.122 | -1.65      |
| 23      | Носківці            | 0.000    | 0.000     | 110.503 | -1.56      |
| 112     |                     | 0.000    | 0.000     | 111.244 | -1.40      |
| 24      | Станіславчик        | 0.000    | 0.000     | 111.094 | -1.43      |
| 26      | Жмеринка            | 0.000    | 0.000     | 112.240 | -1.17      |
| 25      | Подільська тяга     | 0.000    | 0.000     | 112.074 | -1.21      |
| 113     |                     | 0.000    | 0.000     | 113.652 | -0.66      |
| 114     |                     | 0.000    | 0.000     | 113.773 | -0.62      |

|         |            |       |       |         |        |
|---------|------------|-------|-------|---------|--------|
| 27      | Гнівась    | 0.000 | 0.000 | 113.679 | -0.66  |
| 28      | Сутиски    | 0.000 | 0.000 | 114.220 | -0.45  |
| 29      | Тюшки тяга | 0.000 | 0.000 | 115.292 | -0.08  |
| 1011    |            | 2.800 | 1.510 | 10.354  | -2.86  |
| 2221    |            | 0.000 | 0.000 | 108.213 | -2.58  |
| 2222    |            | 0.000 | 0.000 | 108.213 | -2.58  |
| 3521    |            | 0.000 | 0.000 | 36.228  | -2.58  |
| 3522    |            | 0.000 | 0.000 | 36.228  | -2.58  |
| 1021    |            | 5.000 | 2.830 | 10.338  | -2.54  |
| 1022    |            | 5.000 | 2.830 | 10.338  | -2.54  |
| 1031    |            | 2.200 | 1.070 | 10.363  | -2.63  |
| 1041    |            | 5.250 | 2.540 | 10.394  | -1.33  |
| 1042    |            | 5.250 | 2.540 | 10.394  | -1.33  |
| 5551    |            | 0.000 | 0.000 | 108.353 | -2.24  |
| 5552    |            | 0.000 | 0.000 | 107.854 | -2.66  |
| 3551    |            | 0.000 | 0.000 | 36.247  | -2.22  |
| 3552    |            | 0.000 | 0.000 | 36.247  | -2.22  |
| 1051    |            | 7.800 | 4.630 | 10.299  | -2.61  |
| 1052    |            | 0.000 | 0.000 | 10.300  | -2.61  |
| 6661    |            | 0.000 | 0.000 | 109.707 | -2.19  |
| 6662    |            | 0.000 | 0.000 | 109.707 | -2.19  |
| 2761    |            | 0.000 | 0.000 | 26.233  | -2.19  |
| 2762    |            | 0.000 | 0.000 | 26.233  | -2.19  |
| 1061    |            | 7.000 | 4.520 | 10.402  | -2.90  |
| 1062    |            | 7.000 | 4.520 | 10.402  | -2.90  |
| 1071    |            | 2.700 | 1.530 | 10.187  | -4.45  |
| 8881    |            | 0.000 | 0.000 | 106.900 | -3.64  |
| 8882    |            | 0.000 | 0.000 | 106.900 | -3.64  |
| 2781    |            | 0.000 | 0.000 | 25.562  | -3.64  |
| 2782    |            | 0.000 | 0.000 | 25.562  | -3.64  |
| 1081    |            | 8.000 | 3.640 | 10.147  | -4.50  |
| 1082    |            | 8.000 | 3.640 | 10.147  | -4.50  |
| 9991    |            | 0.000 | 0.000 | 107.948 | -6.17  |
| 3591    |            | 0.000 | 0.000 | 36.139  | -6.17  |
| 1091    |            | 3.100 | 1.410 | 10.128  | -8.15  |
| 10101   |            | 3.300 | 1.690 | 10.155  | -6.64  |
| 10111   |            | 4.100 | 2.100 | 10.295  | -7.79  |
| 1212121 |            | 0.000 | 0.000 | 111.458 | -7.82  |
| 35121   |            | 0.000 | 0.000 | 37.314  | -7.82  |
| 10121   |            | 6.200 | 2.820 | 10.418  | -10.17 |
| 10131   |            | 2.900 | 1.400 | 10.341  | -5.80  |
| 10141   |            | 3.300 | 1.690 | 10.273  | -6.17  |
| 10151   |            | 2.800 | 1.590 | 10.302  | -5.60  |
| 10161   |            | 5.500 | 3.290 | 10.230  | -6.20  |
| 1717171 |            | 0.000 | 0.000 | 110.110 | -7.09  |
| 35171   |            | 0.000 | 0.000 | 36.863  | -7.09  |
| 10171   |            | 6.400 | 2.920 | 10.277  | -9.58  |
| 10181   |            | 2.300 | 1.110 | 10.287  | -4.27  |
| 10191   |            | 3.900 | 2.310 | 10.427  | -5.62  |
| 10201   |            | 4.000 | 2.270 | 10.226  | -4.82  |
| 10211   |            | 1.200 | 0.680 | 10.388  | -3.13  |
| 2222221 |            | 0.000 | 0.000 | 106.185 | -4.46  |
| 2222222 |            | 0.000 | 0.000 | 106.185 | -4.46  |
| 35221   |            | 0.000 | 0.000 | 35.549  | -4.46  |
| 35222   |            | 0.000 | 0.000 | 35.549  | -4.46  |
| 10221   |            | 9.500 | 4.600 | 9.994   | -6.11  |
| 10222   |            | 9.500 | 4.600 | 9.994   | -6.11  |
| 10231   |            | 2.800 | 1.430 | 10.238  | -4.45  |
| 10241   |            | 6.100 | 3.460 | 10.124  | -5.43  |
| 2525251 |            | 0.000 | 0.000 | 107.553 | -2.32  |
| 2525252 |            | 0.000 | 0.000 | 107.553 | -2.32  |
| 27251   |            | 0.000 | 0.000 | 25.718  | -2.32  |
| 27252   |            | 0.000 | 0.000 | 25.718  | -2.32  |
| 10251   |            | 7.000 | 3.780 | 10.208  | -3.05  |
| 10252   |            | 7.000 | 3.780 | 10.208  | -3.05  |
| 2626261 |            | 0.000 | 0.000 | 104.689 | -2.37  |
| 2626262 |            | 0.000 | 0.000 | 104.393 | -2.68  |
| 35261   |            | 0.000 | 0.000 | 35.028  | -2.36  |
| 35262   |            | 0.000 | 0.000 | 35.028  | -2.36  |
| 10261   |            | 5.500 | 2.660 | 9.973   | -2.65  |
| 10262   |            | 0.000 | 0.000 | 9.973   | -2.65  |
| 2727271 |            | 0.000 | 0.000 | 105.902 | -1.98  |
| 2727272 |            | 0.000 | 0.000 | 106.257 | -1.57  |
| 35271   |            | 0.000 | 0.000 | 35.566  | -1.56  |
| 35272   |            | 0.000 | 0.000 | 35.566  | -1.56  |
| 6271    |            | 3.500 | 1.790 | 6.071   | -1.94  |
| 6272    |            | 3.500 | 1.790 | 6.071   | -1.94  |
| 2828281 |            | 0.000 | 0.000 | 109.098 | -3.97  |
| 35281   |            | 0.000 | 0.000 | 36.524  | -3.97  |

|         |  |           |       |       |         |       |
|---------|--|-----------|-------|-------|---------|-------|
| 10281   |  |           | 5.500 | 3.260 | 10.159  | -6.14 |
| 2929291 |  |           | 0.000 | 0.000 | 108.422 | -1.51 |
| 2929292 |  |           | 0.000 | 0.000 | 108.422 | -1.51 |
| 27291   |  |           | 0.000 | 0.000 | 25.926  | -1.51 |
| 27292   |  |           | 0.000 | 0.000 | 25.926  | -1.51 |
| 10291   |  |           | 6.000 | 2.730 | 10.362  | -1.49 |
| 10292   |  |           | 6.000 | 2.730 | 10.362  | -1.49 |
| 201     |  | Джурин    | 0.000 | 0.000 | 106.127 | -2.71 |
| 202     |  | Березівка | 0.000 | 0.000 | 107.525 | -2.31 |
| 203     |  | Чернівці  | 0.000 | 0.000 | 105.284 | -2.95 |
| 102011  |  |           | 4.250 | 2.060 | 9.840   | -5.72 |
| 102012  |  |           | 4.250 | 2.060 | 9.840   | -5.72 |
| 102021  |  |           | 2.850 | 1.300 | 9.968   | -5.42 |
| 102022  |  |           | 2.850 | 1.300 | 9.968   | -5.42 |
| 102031  |  |           | 3.700 | 2.000 | 9.569   | -7.24 |
| 102032  |  |           | 3.700 | 2.000 | 9.569   | -7.24 |

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВІТКИ

| N початку | N кінця | Pп, МВт | Qп, МВАр | Pк, МВт | Qк, МВАр | dP, МВт | dQ, МВАр | I, кА  | dU, кВ |
|-----------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--------|--------|
| 100       | 115     | 10.020  | 4.696    | 9.998   | 4.647    | 0.022   | 0.049    | 0.055  | 0.424  |
| 115       | 116     | 7.175   | 3.859    | 7.155   | 3.814    | 0.020   | 0.045    | 0.041  | 0.555  |
| 116       | 102     | 7.155   | 4.509    | 7.139   | 4.480    | 0.016   | 0.030    | 0.043  | 0.403  |
| 102       | 5       | 4.921   | 3.922    | 4.912   | 3.905    | 0.009   | 0.017    | 0.032  | 0.322  |
| 5         | 101     | -0.816  | -1.076   | -0.817  | -1.077   | 0.001   | 0.002    | -0.007 | -0.147 |
| 101       | 2       | -0.817  | -0.495   | -0.817  | -0.496   | 0.000   | 0.000    | -0.005 | -0.012 |
| 2         | 100     | -10.897 | -6.157   | -10.982 | -6.348   | 0.086   | 0.190    | -0.063 | -1.545 |
| 5         | 103     | -16.472 | -8.395   | -16.610 | -8.646   | 0.137   | 0.250    | -0.094 | -1.467 |
| 103       | 4       | 12.281  | 6.878    | 12.278  | 6.874    | 0.004   | 0.005    | 0.070  | 0.047  |
| 4         | 104     | 1.707   | 1.095    | 1.707   | 1.095    | 0.000   | 0.000    | 0.010  | 0.007  |
| 104       | 7       | 35.591  | 21.146   | 34.575  | 19.287   | 1.012   | 1.851    | 0.207  | 5.078  |
| 7         | 8       | 31.854  | 18.392   | 31.486  | 17.719   | 0.366   | 0.670    | 0.192  | 1.994  |
| 8         | 105     | 15.398  | 9.541    | 15.369  | 9.487    | 0.029   | 0.054    | 0.096  | 0.326  |
| 105       | 9       | 15.369  | 9.770    | 15.269  | 9.625    | 0.100   | 0.144    | 0.097  | 0.977  |
| 9         | 13      | 0.745   | 1.576    | 0.744   | 1.574    | 0.001   | 0.002    | 0.009  | 0.125  |
| 13        | 14      | -2.178  | 0.435    | -2.180  | 0.431    | 0.002   | 0.003    | -0.012 | -0.079 |
| 14        | 107     | -5.506  | -1.281   | -5.508  | -1.284   | 0.002   | 0.003    | -0.030 | -0.054 |
| 107       | 16      | -8.333  | -2.675   | -8.352  | -2.702   | 0.019   | 0.027    | -0.047 | -0.331 |
| 16        | 18      | -20.361 | -10.105  | -20.534 | -10.422  | 0.173   | 0.316    | -0.122 | -1.436 |
| 18        | 19      | -22.851 | -11.233  | -23.029 | -11.491  | 0.177   | 0.257    | -0.135 | -1.187 |
| 19        | 20      | -26.964 | -13.722  | -27.423 | -14.387  | 0.457   | 0.662    | -0.159 | -2.616 |
| 20        | 109     | -31.458 | -16.682  | -31.591 | -16.841  | 0.132   | 0.159    | -0.183 | -0.609 |
| 109       | 300     | -31.591 | -16.454  | -32.090 | -17.177  | 0.497   | 0.720    | -0.182 | -2.478 |
| 9         | 106     | 11.395  | 6.970    | 11.303  | 6.837    | 0.091   | 0.132    | 0.072  | 1.199  |
| 106       | 10      | 11.303  | 7.164    | 11.303  | 7.164    | 0.000   | 0.000    | 0.073  | 0.003  |
| 10        | 11      | 7.976   | 5.344    | 7.944   | 5.297    | 0.033   | 0.047    | 0.052  | 0.601  |
| 11        | 203     | -2.465  | -0.632   | -2.467  | -0.635   | 0.002   | 0.003    | -0.014 | -0.113 |
| 203       | 201     | -9.932  | -5.057   | -9.990  | -5.141   | 0.057   | 0.083    | -0.061 | -0.864 |
| 201       | 202     | -18.543 | -9.466   | -18.720 | -9.722   | 0.176   | 0.255    | -0.113 | -1.430 |
| 202       | 22      | -24.462 | -12.356  | -24.707 | -12.712  | 0.245   | 0.354    | -0.147 | -1.521 |
| 22        | 110     | -12.454 | -8.378   | -12.536 | -8.495   | 0.081   | 0.117    | -0.079 | -0.980 |
| 110       | 111     | -12.536 | -8.194   | -12.546 | -8.213   | 0.010   | 0.018    | -0.078 | -0.138 |
| 111       | 23      | -12.546 | -8.065   | -12.577 | -8.111   | 0.032   | 0.046    | -0.078 | -0.385 |
| 23        | 112     | -15.398 | -9.518   | -15.474 | -9.627   | 0.075   | 0.109    | -0.094 | -0.749 |
| 112       | 26      | -21.624 | -13.285  | -21.765 | -13.489  | 0.140   | 0.203    | -0.131 | -1.005 |
| 26        | 113     | -21.653 | -12.552  | -21.812 | -12.904  | 0.158   | 0.351    | -0.129 | -1.428 |
| 113       | 28      | -19.238 | -10.626  | -19.294 | -10.751  | 0.056   | 0.124    | -0.111 | -0.572 |
| 28        | 100     | -24.849 | -14.502  | -25.012 | -14.862  | 0.162   | 0.358    | -0.145 | -1.283 |
| 113       | 27      | -2.574  | -1.724   | -2.574  | -1.725   | 0.000   | 0.001    | -0.016 | -0.027 |
| 27        | 114     | -9.642  | -5.775   | -9.646  | -5.786   | 0.005   | 0.010    | -0.057 | -0.095 |
| 114       | 29      | -29.578 | -16.898  | -29.808 | -17.409  | 0.229   | 0.509    | -0.173 | -1.526 |
| 29        | 100     | -41.921 | -23.476  | -41.966 | -23.575  | 0.044   | 0.098    | -0.240 | -0.208 |
| 114       | 26      | 19.932  | 11.845   | 19.775  | 11.496   | 0.157   | 0.347    | 0.117  | 1.550  |
| 27        | 2727271 | 3.281   | 1.717    | 3.278   | 1.620    | 0.003   | 0.096    | 0.019  | 1.482  |
| 2727271   | 35271   | -1.528  | -0.576   | -1.528  | -0.588   | 0.001   | 0.013    | -0.009 | -0.357 |
| 35271     | 35272   | -1.528  | -0.588   | -1.528  | -0.588   | 0.000   | 0.000    | -0.027 | -0.000 |
| 2727272   | 35272   | 1.529   | 0.588    | 1.528   | 0.588    | 0.000   | 0.000    | 0.009  | 0.021  |
| 27        | 2727272 | 3.728   | 2.069    | 3.726   | 1.991    | 0.002   | 0.078    | 0.022  | 1.081  |
| 2727272   | 6272    | 2.197   | 1.402    | 2.196   | 1.382    | 0.001   | 0.021    | 0.014  | 0.503  |
| 6272      | 6271    | -1.301  | -0.407   | -1.301  | -0.407   | 0.000   | 0.000    | -0.129 | -0.000 |
| 2727271   | 6271    | 4.806   | 2.196    | 4.799   | 2.196    | 0.007   | 0.000    | 0.029  | 0.121  |
| 26        | 2626261 | 1.860   | 0.951    | 1.858   | 0.902    | 0.002   | 0.049    | 0.011  | 1.340  |
| 2626261   | 35261   | 1.176   | 0.404    | 1.175   | 0.404    | 0.001   | 0.000    | 0.007  | 0.059  |
| 35261     | 35262   | 1.175   | 0.404    | 1.175   | 0.404    | 0.000   | 0.000    | 0.020  | 0.000  |
| 2626262   | 35262   | -1.175  | -0.397   | -1.175  | -0.404   | 0.000   | 0.008    | -0.007 | -0.262 |
| 26        | 2626262 | 3.651   | 1.891    | 3.647   | 1.769    | 0.004   | 0.122    | 0.021  | 1.681  |

|         |         |         |         |         |         |       |       |        |        |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|
| 2626262 | 10262   | 4.822   | 2.166   | 4.815   | 2.166   | 0.007 | 0.000 | 0.029  | 0.123  |
| 10262   | 10261   | 4.815   | 2.166   | 4.815   | 2.166   | 0.000 | 0.000 | 0.305  | 0.000  |
| 2626261 | 10261   | 0.682   | 0.498   | 0.682   | 0.492   | 0.000 | 0.005 | 0.005  | 0.449  |
| 22      | 21      | -31.358 | -14.643 | -32.357 | -16.090 | 0.995 | 1.441 | -0.183 | -4.870 |
| 21      | 300     | -33.569 | -16.035 | -33.925 | -16.551 | 0.355 | 0.514 | -0.188 | -1.671 |
| 104     | 200     | -33.884 | -19.315 | -33.939 | -19.416 | 0.055 | 0.101 | -0.195 | -0.291 |
| 103     | 200     | -28.892 | -15.018 | -28.930 | -15.088 | 0.038 | 0.070 | -0.163 | -0.237 |
| 5551    | 3551    | 1.704   | 0.757   | 1.702   | 0.757   | 0.002 | 0.000 | 0.010  | 0.082  |
| 3551    | 3552    | 1.702   | 0.757   | 1.702   | 0.757   | 0.000 | 0.000 | 0.030  | 0.000  |
| 5552    | 3552    | -1.701  | -0.742  | -1.702  | -0.757  | 0.001 | 0.016 | -0.010 | -0.451 |
| 5552    | 1052    | 6.856   | 3.808   | 6.841   | 3.808   | 0.014 | 0.000 | 0.042  | 0.168  |
| 1052    | 1051    | 6.841   | 3.808   | 6.841   | 3.808   | 0.000 | 0.000 | 0.438  | 0.001  |
| 5551    | 1051    | 0.955   | 0.831   | 0.954   | 0.819   | 0.001 | 0.011 | 0.007  | 0.707  |
| 5       | 5551    | 2.663   | 1.698   | 2.659   | 1.588   | 0.004 | 0.109 | 0.016  | 2.278  |
| 5       | 5552    | 5.162   | 3.331   | 5.154   | 3.066   | 0.008 | 0.264 | 0.031  | 2.827  |
| 2525251 | 10251   | 7.000   | 3.897   | 6.996   | 3.778   | 0.005 | 0.119 | 0.043  | 0.888  |
| 25      | 2525252 | 7.005   | 4.079   | 7.000   | 3.897   | 0.004 | 0.181 | 0.042  | 1.361  |
| 2525252 | 27252   | 0.000   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 2525252 | 10252   | 7.000   | 3.897   | 6.996   | 3.778   | 0.005 | 0.119 | 0.043  | 0.888  |
| 6661    | 1061    | 7.000   | 4.643   | 6.996   | 4.517   | 0.005 | 0.126 | 0.044  | 1.013  |
| 6       | 6662    | 7.005   | 4.847   | 7.000   | 4.643   | 0.005 | 0.203 | 0.044  | 1.605  |
| 6662    | 2762    | 0.000   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 28      | 2828281 | 5.535   | 4.072   | 5.516   | 3.557   | 0.019 | 0.513 | 0.035  | 5.381  |
| 2828281 | 35281   | -0.000  | -0.000  | -0.000  | -0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2828281 | 10281   | 5.516   | 3.557   | 5.497   | 3.258   | 0.019 | 0.298 | 0.035  | 3.235  |
| 6662    | 1062    | 7.000   | 4.643   | 6.996   | 4.517   | 0.005 | 0.126 | 0.044  | 1.013  |
| 115     | 1       | 2.823   | 1.627   | 2.821   | 1.625   | 0.002 | 0.002 | 0.016  | 0.104  |
| 20      | 10201   | 4.025   | 2.676   | 3.997   | 2.269   | 0.027 | 0.406 | 0.025  | 5.877  |
| 19      | 10191   | 3.925   | 2.726   | 3.898   | 2.309   | 0.028 | 0.416 | 0.025  | 6.191  |
| 29      | 2929291 | 6.007   | 2.915   | 6.002   | 2.728   | 0.005 | 0.186 | 0.033  | 1.489  |
| 2929291 | 27291   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000   | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000  |
| 2929291 | 10291   | 6.002   | 2.728   | 5.996   | 2.728   | 0.006 | 0.000 | 0.035  | 0.084  |
| 29      | 2929292 | 6.007   | 2.915   | 6.002   | 2.728   | 0.005 | 0.186 | 0.033  | 1.489  |
| 2929292 | 27292   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000   | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000  |
| 2929292 | 10292   | 6.002   | 2.728   | 5.996   | 2.728   | 0.006 | 0.000 | 0.035  | 0.084  |
| 18      | 10181   | 2.307   | 1.237   | 2.299   | 1.109   | 0.008 | 0.127 | 0.014  | 2.965  |
| 16      | 108     | 6.469   | 3.939   | 6.468   | 3.938   | 0.001 | 0.001 | 0.041  | 0.013  |
| 108     | 17      | 6.468   | 4.021   | 6.463   | 4.011   | 0.005 | 0.009 | 0.041  | 0.136  |
| 17      | 1717171 | 6.445   | 3.984   | 6.419   | 3.272   | 0.026 | 0.709 | 0.041  | 5.952  |
| 1717171 | 35171   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000   | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 1717171 | 10171   | 6.419   | 3.272   | 6.396   | 2.918   | 0.023 | 0.353 | 0.038  | 3.321  |
| 16      | 10161   | 5.527   | 3.834   | 5.497   | 3.288   | 0.030 | 0.544 | 0.036  | 5.639  |
| 14      | 10141   | 3.317   | 1.977   | 3.298   | 1.689   | 0.019 | 0.287 | 0.021  | 4.816  |
| 13      | 10131   | 2.912   | 1.613   | 2.898   | 1.399   | 0.014 | 0.213 | 0.018  | 3.989  |
| 1       | 1011    | 2.810   | 1.688   | 2.798   | 1.509   | 0.012 | 0.179 | 0.016  | 3.615  |
| 2       | 2221    | 5.012   | 3.070   | 5.005   | 2.828   | 0.007 | 0.241 | 0.030  | 2.609  |
| 2221    | 3521    | -0.000  | -0.000  | -0.000  | -0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 11      | 12      | 6.271   | 3.828   | 6.260   | 3.813   | 0.011 | 0.016 | 0.040  | 0.256  |
| 12      | 1212121 | 6.243   | 3.835   | 6.217   | 3.141   | 0.026 | 0.691 | 0.040  | 5.949  |
| 1212121 | 35121   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000   | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 1212121 | 10121   | 6.217   | 3.141   | 6.196   | 2.818   | 0.021 | 0.322 | 0.036  | 3.209  |
| 11      | 10111   | 4.129   | 2.570   | 4.097   | 2.099   | 0.031 | 0.470 | 0.027  | 6.393  |
| 112     | 24      | 6.150   | 4.082   | 6.144   | 4.074   | 0.006 | 0.009 | 0.038  | 0.152  |
| 24      | 10241   | 6.130   | 4.067   | 6.096   | 3.458   | 0.034 | 0.607 | 0.038  | 5.693  |
| 23      | 10231   | 2.811   | 1.619   | 2.798   | 1.429   | 0.013 | 0.189 | 0.017  | 3.751  |
| 22      | 2222222 | 9.524   | 5.514   | 9.509   | 4.948   | 0.015 | 0.564 | 0.058  | 3.096  |
| 2222222 | 10222   | 9.509   | 4.948   | 9.494   | 4.597   | 0.015 | 0.349 | 0.058  | 1.965  |
| 2222222 | 35222   | -0.000  | -0.000  | -0.000  | -0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 22      | 2222221 | 9.524   | 5.514   | 9.509   | 4.948   | 0.015 | 0.564 | 0.058  | 3.096  |
| 2222221 | 10221   | 9.509   | 4.948   | 9.494   | 4.597   | 0.015 | 0.349 | 0.058  | 1.965  |
| 2222221 | 35221   | -0.000  | -0.000  | -0.000  | -0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2221    | 1021    | 5.005   | 2.828   | 4.997   | 2.828   | 0.008 | 0.000 | 0.031  | 0.122  |
| 21      | 10211   | 1.206   | 0.759   | 1.199   | 0.680   | 0.007 | 0.079 | 0.007  | 3.885  |
| 2       | 2222    | 5.012   | 3.070   | 5.005   | 2.828   | 0.007 | 0.241 | 0.030  | 2.609  |
| 202     | 102021  | 2.861   | 1.498   | 2.848   | 1.299   | 0.013 | 0.198 | 0.017  | 3.689  |
| 202     | 102022  | 2.861   | 1.498   | 2.848   | 1.299   | 0.013 | 0.198 | 0.017  | 3.689  |
| 201     | 102011  | 4.263   | 2.351   | 4.247   | 2.059   | 0.016 | 0.291 | 0.026  | 3.639  |
| 201     | 102012  | 4.263   | 2.351   | 4.247   | 2.059   | 0.016 | 0.291 | 0.026  | 3.639  |
| 203     | 102031  | 3.724   | 2.388   | 3.698   | 1.999   | 0.026 | 0.388 | 0.024  | 5.899  |
| 203     | 102032  | 3.724   | 2.388   | 3.698   | 1.999   | 0.026 | 0.388 | 0.024  | 5.899  |
| 10      | 10101   | 3.318   | 1.984   | 3.298   | 1.689   | 0.020 | 0.293 | 0.021  | 4.924  |
| 9       | 9991    | 3.117   | 1.801   | 3.107   | 1.545   | 0.010 | 0.255 | 0.019  | 4.342  |
| 9991    | 1091    | 3.107   | 1.545   | 3.098   | 1.409   | 0.009 | 0.135 | 0.019  | 2.509  |
| 9991    | 3591    | -0.000  | -0.000  | -0.000  | -0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 8       | 8882    | 8.006   | 4.023   | 8.001   | 3.785   | 0.006 | 0.237 | 0.048  | 1.453  |
| 8882    | 1082    | 8.001   | 3.785   | 7.995   | 3.638   | 0.006 | 0.147 | 0.048  | 0.922  |
| 8882    | 2782    | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 8       | 8881    | 8.006   | 4.023   | 8.001   | 3.785   | 0.006 | 0.237 | 0.048  | 1.453  |
| 8881    | 1081    | 8.001   | 3.785   | 7.995   | 3.638   | 0.006 | 0.147 | 0.048  | 0.922  |

|         |         |        |        |        |        |       |       |        |        |
|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 8881    | 2781    | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 7       | 1071    | 2.711  | 1.716  | 2.698  | 1.529  | 0.012 | 0.186 | 0.017  | 3.944  |
| 2222    | 3522    | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 4       | 1042    | 5.253  | 2.684  | 5.247  | 2.538  | 0.007 | 0.145 | 0.030  | 1.414  |
| 4       | 1041    | 5.253  | 2.684  | 5.247  | 2.538  | 0.007 | 0.145 | 0.030  | 1.414  |
| 2222    | 1022    | 5.005  | 2.828  | 4.997  | 2.828  | 0.008 | 0.000 | 0.031  | 0.122  |
| 25      | 2525251 | 7.005  | 4.079  | 7.000  | 3.897  | 0.004 | 0.181 | 0.042  | 1.361  |
| 5       | 6       | 14.328 | 9.904  | 14.090 | 9.560  | 0.237 | 0.343 | 0.088  | 2.564  |
| 6       | 6661    | 7.005  | 4.847  | 7.000  | 4.643  | 0.005 | 0.203 | 0.044  | 1.605  |
| 107     | 15      | 2.824  | 1.731  | 2.822  | 1.728  | 0.002 | 0.003 | 0.018  | 0.122  |
| 15      | 10151   | 2.813  | 1.805  | 2.798  | 1.589  | 0.014 | 0.215 | 0.018  | 4.351  |
| 6661    | 2761    | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 26      | 25      | 14.105 | 8.502  | 14.090 | 8.480  | 0.015 | 0.022 | 0.085  | 0.167  |
| 2525251 | 27251   | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 102     | 3       | 2.217  | 1.156  | 2.216  | 1.155  | 0.001 | 0.001 | 0.013  | 0.053  |
| 3       | 1031    | 2.206  | 1.175  | 2.199  | 1.069  | 0.007 | 0.105 | 0.013  | 2.593  |

---



## ДОДАТОК Д

## Вхідні дані для розрахунку мінімального режиму електричної мережі після розвитку

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Тривалість звітного періоду: 0.0 годин

Балансуючі вузли:

|         |     |     |        |       |      |
|---------|-----|-----|--------|-------|------|
| Nвузла: | 100 | Un: | 110.00 | Фаза: | 0.00 |
| Nвузла: | 200 | Un: | 110.00 | Фаза: | 0.00 |
| Nвузла: | 300 | Un: | 110.00 | Фаза: | 0.00 |

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВУЗЛИ: К-сть вузлів: 140

| N вузла | Назва               | U, кВ | P <sub>нав</sub> , МВт | Q <sub>нав</sub> , МВАр | W <sub>в</sub> , МВт год | Cos | P <sub>min</sub> , МВт | P <sub>max</sub> , МВт |
|---------|---------------------|-------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----|------------------------|------------------------|
| 100     | Він.Енерговузол     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 115     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 1       | Вороновиця          | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 116     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 102     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 3       | Брацлав             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 5       | Тульчин             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 2       | Немирів             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 101     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 6       | Рахни тяга          | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 103     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 4       | Ферментний завод    | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 104     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 200     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 7       | Суворівське         | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 8       | Вапнярка тяга       | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 105     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 9       | Томашпіль           | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 106     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 10      | Антонівка           | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 11      | Борівка             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 12      | Моївка              | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 13      | Гнатків             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 14      | Дзигівка            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 107     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 15      | Радянське           | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 16      | Ямпіль              | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 108     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 17      | Пороги              | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 18      | Михайлівка          | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 19      | Івонівка            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 20      | Коси                | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 109     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 300     | Могилів-Подільський | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 21      | Конева              | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 22      | Шаргород            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 110     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 111     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 23      | Носківці            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 112     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 24      | Станіславчик        | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 26      | Жмеринка            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 25      | Подільська тяга     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 113     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 114     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 27      | Гнівани             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 28      | Сутиски             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 29      | Тюшки тяга          | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 1011    |                     | 10    | 0.980                  | 0.530                   |                          |     |                        |                        |
| 2221    |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 2222    |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 3521    |                     | 35    |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 3522    |                     | 35    |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 1021    |                     | 10    | 1.750                  | 0.990                   |                          |     |                        |                        |
| 1022    |                     | 10    | 1.750                  | 0.990                   |                          |     |                        |                        |
| 1031    |                     | 10    | 0.770                  | 0.370                   |                          |     |                        |                        |
| 1041    |                     | 10    | 1.840                  | 0.890                   |                          |     |                        |                        |

|         |           |     |       |       |
|---------|-----------|-----|-------|-------|
| 1042    |           | 10  | 1.840 | 0.890 |
| 5551    |           | 110 |       |       |
| 5552    |           | 110 |       |       |
| 3551    |           | 35  |       |       |
| 3552    |           | 35  |       |       |
| 1051    |           | 10  | 1.370 | 0.810 |
| 1052    |           | 10  | 1.370 | 0.810 |
| 6661    |           | 110 |       |       |
| 6662    |           | 110 |       |       |
| 2761    |           | 27  |       |       |
| 2762    |           | 27  |       |       |
| 1061    |           | 10  | 2.450 | 1.580 |
| 1062    |           | 10  | 2.450 | 1.580 |
| 1071    |           | 10  | 0.950 | 0.540 |
| 8881    |           | 110 |       |       |
| 8882    |           | 110 |       |       |
| 2781    |           | 27  |       |       |
| 2782    |           | 27  |       |       |
| 1081    |           | 10  | 2.800 | 1.280 |
| 1082    |           | 10  | 2.800 | 1.280 |
| 9991    |           | 110 |       |       |
| 3591    |           | 35  |       |       |
| 1091    |           | 10  | 1.090 | 0.490 |
| 10101   |           | 10  | 1.160 | 0.590 |
| 10111   |           | 10  | 1.440 | 0.740 |
| 1212121 |           | 110 |       |       |
| 35121   |           | 35  |       |       |
| 10121   |           | 10  | 2.170 | 0.990 |
| 10131   |           | 10  | 1.020 | 0.490 |
| 10141   |           | 10  | 1.160 | 0.590 |
| 10151   |           | 10  | 0.980 | 0.560 |
| 10161   |           | 10  | 1.930 | 1.140 |
| 1717171 |           | 110 |       |       |
| 35171   |           | 35  |       |       |
| 10171   |           | 10  | 2.240 | 1.020 |
| 10181   |           | 10  | 0.810 | 0.390 |
| 10191   |           | 10  | 1.370 | 0.810 |
| 10201   |           | 10  | 1.400 | 0.790 |
| 10211   |           | 10  | 0.420 | 0.240 |
| 2222221 |           | 110 |       |       |
| 2222222 |           | 110 |       |       |
| 35221   |           | 35  |       |       |
| 35222   |           | 35  |       |       |
| 10221   |           | 10  | 3.330 | 1.610 |
| 10222   |           | 10  | 3.330 | 1.610 |
| 10231   |           | 10  | 0.980 | 0.500 |
| 10241   |           | 10  | 2.140 | 1.210 |
| 2525251 |           | 110 |       |       |
| 2525252 |           | 110 |       |       |
| 27251   |           | 27  |       |       |
| 27252   |           | 27  |       |       |
| 10251   |           | 10  | 2.450 | 1.320 |
| 10252   |           | 10  | 2.450 | 1.320 |
| 2626261 |           | 110 |       |       |
| 2626262 |           | 110 |       |       |
| 35261   |           | 35  |       |       |
| 35262   |           | 35  |       |       |
| 10261   |           | 10  | 0.960 | 0.470 |
| 10262   |           | 10  | 0.960 | 0.470 |
| 2727271 |           | 110 |       |       |
| 2727272 |           | 110 |       |       |
| 35271   |           | 35  |       |       |
| 35272   |           | 35  |       |       |
| 6271    |           | 6   | 1.230 | 0.630 |
| 6272    |           | 6   | 1.230 | 0.630 |
| 2828281 |           | 110 |       |       |
| 35281   |           | 35  |       |       |
| 10281   |           | 10  | 1.930 | 1.140 |
| 2929291 |           | 110 |       |       |
| 2929292 |           | 110 |       |       |
| 27291   |           | 27  |       |       |
| 27292   |           | 27  |       |       |
| 10291   |           | 10  | 2.100 | 0.960 |
| 10292   |           | 10  | 2.100 | 0.960 |
| 201     | Джурин    | 110 |       |       |
| 202     | Березівка | 110 |       |       |
| 203     | Чернівці  | 110 |       |       |
| 102011  |           | 10  | 1.490 | 0.720 |
| 102012  |           | 10  | 1.490 | 0.720 |

|        |    |       |       |
|--------|----|-------|-------|
| 102021 | 10 | 1.000 | 0.450 |
| 102022 | 10 | 1.000 | 0.450 |
| 102031 | 10 | 1.300 | 0.700 |
| 102032 | 10 | 1.300 | 0.700 |

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВІТКИ: К-сть віток: 151

| N початку | N кінця | Тип вітки             | Марка/Тип/Назва      | L, км/Кт/Стан |
|-----------|---------|-----------------------|----------------------|---------------|
| 100       | 115     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 14.080        |
| 115       | 1       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 7.550         |
| 115       | 116     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 23.820        |
| 116       | 102     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 14.200        |
| 102       | 3       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 5.100         |
| 102       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 14.400        |
| 100       | 2       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 41.860        |
| 2         | 101     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 4.000         |
| 101       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 28.600        |
| 5         | 6       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 37.530        |
| 103       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 24.800        |
| 103       | 4       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.800         |
| 104       | 4       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.800         |
| 200       | 103     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.300         |
| 200       | 104     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.300         |
| 104       | 7       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 37.460        |
| 7         | 8       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 15.700        |
| 8         | 105     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 5.000         |
| 105       | 9       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 13.000        |
| 9         | 106     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 21.670        |
| 106       | 10      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 0.070         |
| 10        | 11      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 14.700        |
| 11        | 12      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 8.250         |
| 9         | 13      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 16.480        |
| 13        | 14      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 18.300        |
| 107       | 14      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 2.800         |
| 107       | 15      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 8.900         |
| 16        | 107     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.400        |
| 16        | 108     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.380         |
| 108       | 17      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 4.900         |
| 18        | 16      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 18.370        |
| 19        | 18      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 12.000        |
| 20        | 19      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 22.400        |
| 109       | 20      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 4.000         |
| 300       | 109     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 18.600        |
| 300       | 21      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 12.340        |
| 21        | 22      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 36.700        |
| 22        | 110     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 15.885        |
| 110       | 111     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.585         |
| 111       | 23      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 6.410         |
| 23        | 112     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.380        |
| 112       | 24      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 5.140         |
| 112       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.020        |
| 26        | 25      | Дволанцюгова ЛЕП      | 110 кВ / АС-120      | 5.200         |
| 113       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 18.770        |
| 114       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 22.270        |
| 113       | 27      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 2.800         |
| 114       | 27      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 2.800         |
| 28        | 113     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 8.860         |
| 29        | 114     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 15.100        |
| 100       | 28      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 15.030        |
| 100       | 29      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 1.500         |
| 1         | 1011    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10      | 10.768        |
| 2         | 2221    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 2221      | 3521    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 2221      | 1021    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 2         | 2222    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 2222      | 3522    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 2222      | 1022    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 3         | 1031    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10      | 10.768        |
| 4         | 1041    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТРДН-25000/110/10    | 10.952        |
| 4         | 1042    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТРДН-25000/110/10    | 10.952        |
| 5         | 5551    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10 | 1.030         |
| 5551      | 3551    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10 | 2.987         |
| 5551      | 1051    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10 | 10.455        |
| 5         | 5552    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 5552      | 3552    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 5552      | 1052    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 3551      | 3552    | Комутаційний апарат   |                      | Вкл.          |

|         |         |                       |                       |        |
|---------|---------|-----------------------|-----------------------|--------|
| 1051    | 1052    | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 6       | 6661    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 6661    | 2761    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 6661    | 1061    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 6       | 6662    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 6662    | 2762    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 6662    | 1062    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 7       | 1071    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 8       | 8881    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 8881    | 2781    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 8881    | 1081    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 8       | 8882    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 8882    | 2782    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 8882    | 1082    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 9       | 9991    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТМТН-6300/110/35/10   | 0.955  |
| 9991    | 3591    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТМТН-6300/110/35/10   | 2.987  |
| 9991    | 1091    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТМТН-6300/110/35/10   | 10.455 |
| 10      | 10101   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 11      | 10111   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.670  |
| 12      | 1212121 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 0.895  |
| 1212121 | 35121   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 1212121 | 10121   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 13      | 10131   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 14      | 10141   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 15      | 10151   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 16      | 10161   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 9.984  |
| 17      | 1717171 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 0.925  |
| 1717171 | 35171   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 1717171 | 10171   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 18      | 10181   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.298 |
| 19      | 10191   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 20      | 10201   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 21      | 10211   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-2500/110/10       | 10.600 |
| 22      | 2222221 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/10  | 1.000  |
| 2222221 | 35221   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 2.987  |
| 2222221 | 10221   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 10.455 |
| 22      | 2222222 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/10  | 1.000  |
| 2222222 | 35222   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 2.987  |
| 2222222 | 10222   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 10.455 |
| 23      | 10231   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 24      | 10241   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 25      | 2525251 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.030  |
| 2525251 | 27251   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 2525251 | 10251   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 25      | 2525252 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.030  |
| 2525252 | 27252   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 2525252 | 10252   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 26      | 2626261 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 1.060  |
| 2626261 | 35261   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 2626261 | 10261   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 26      | 2626262 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10  | 1.060  |
| 2626262 | 35262   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10  | 2.987  |
| 2626262 | 10262   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10  | 10.455 |
| 35261   | 35262   | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 10261   | 10262   | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 27      | 2727271 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 1.060  |
| 2727271 | 35271   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 2.987  |
| 2727271 | 6271    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 17.424 |
| 27      | 2727272 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/6   | 1.060  |
| 2727272 | 35272   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/6   | 2.987  |
| 2727272 | 6272    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/6   | 17.424 |
| 35271   | 35272   | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 6271    | 6272    | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 28      | 2828281 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 1.000  |
| 2828281 | 35281   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 2828281 | 10281   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 29      | 2929291 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 1.050  |
| 2929291 | 27291   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 4.182  |
| 2929291 | 10291   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 10.455 |
| 29      | 2929292 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 1.050  |
| 2929292 | 27292   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 4.182  |
| 2929292 | 10292   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 10.455 |
| 22      | 202     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 14.000 |
| 201     | 202     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 17.000 |
| 203     | 201     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 19.000 |
| 11      | 203     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 12.500 |
| 201     | 102011  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 201     | 102012  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 202     | 102021  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |

|     |        |                       |                 |        |
|-----|--------|-----------------------|-----------------|--------|
| 202 | 102022 | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10 | 10.455 |
| 203 | 102031 | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10 | 10.455 |
| 203 | 102032 | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10 | 10.455 |

## Результати розрахунку мінімального режиму електричної мережі після розвитку

### ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Тривалість звітного періоду: 0.0 год

Час втрат: 0.0 год

Отримано потужн./ел.енерг.: 74.812 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Відпущено потужн./ел.енерг.: 73.080 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати в ЛЕП 220-35 кВ: 0.735 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати в ЛЕП 750-330 кВ: 0.000 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Сумарні втрати в ЛЕП: 0.735 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати х.х. в трансформаторах: 0.905 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати нав. в трансформаторах: 0.092 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Сумарні втрати в трансформаторах: 0.997 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

СУМАРНІ ВТРАТИ У МЕРЕЖАХ 750-35 кВ: 1.732 МВт

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВУЗЛИ

| N вузла | Назва               | Рнав,МВт | Qнав,МВАр | U, кВ   | Фаза, град |
|---------|---------------------|----------|-----------|---------|------------|
| 100     | Він.Енерговузол     | -30.699  | -11.524   | 110.000 | 0.00       |
| 115     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.906 | -0.08      |
| 1       | Вороновиця          | 0.000    | 0.000     | 109.870 | -0.09      |
| 116     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.763 | -0.18      |
| 102     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.632 | -0.23      |
| 3       | Брацлав             | 0.000    | 0.000     | 109.613 | -0.23      |
| 5       | Тульчин             | 0.000    | 0.000     | 109.512 | -0.25      |
| 2       | Немирів             | 0.000    | 0.000     | 109.555 | -0.24      |
| 101     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.557 | -0.25      |
| 6       | Рахни тяга          | 0.000    | 0.000     | 108.626 | -0.45      |
| 103     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.931 | -0.03      |
| 4       | Ферментний завод    | 0.000    | 0.000     | 109.916 | -0.04      |
| 104     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.916 | -0.04      |
| 200     |                     | -21.725  | -7.133    | 110.000 | 0.00       |
| 7       | Суворівське         | 0.000    | 0.000     | 108.479 | -0.72      |
| 8       | Вапнярка тяга       | 0.000    | 0.000     | 107.897 | -0.98      |
| 105     |                     | 0.000    | 0.000     | 107.817 | -1.02      |
| 9       | Томашпіль           | 0.000    | 0.000     | 107.555 | -1.13      |
| 106     |                     | 0.000    | 0.000     | 107.197 | -1.24      |
| 10      | Антонівка           | 0.000    | 0.000     | 107.196 | -1.24      |
| 11      | Борівка             | 0.000    | 0.000     | 107.003 | -1.29      |
| 12      | Моївка              | 0.000    | 0.000     | 106.925 | -1.32      |
| 13      | Гнатків             | 0.000    | 0.000     | 107.529 | -1.13      |
| 14      | Дзигівка            | 0.000    | 0.000     | 107.550 | -1.10      |
| 107     |                     | 0.000    | 0.000     | 107.566 | -1.09      |
| 15      | Радянське           | 0.000    | 0.000     | 107.527 | -1.10      |
| 16      | Ямпіль              | 0.000    | 0.000     | 107.654 | -1.04      |
| 108     |                     | 0.000    | 0.000     | 107.650 | -1.04      |
| 17      | Пороги              | 0.000    | 0.000     | 107.608 | -1.05      |
| 18      | Михайлівка          | 0.000    | 0.000     | 108.056 | -0.83      |
| 19      | Івонівка            | 0.000    | 0.000     | 108.393 | -0.69      |
| 20      | Коси                | 0.000    | 0.000     | 109.132 | -0.37      |
| 109     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.310 | -0.31      |
| 300     | Могилів-Подільський | -22.344  | -5.963    | 110.000 | 0.00       |
| 21      | Конєва              | 0.000    | 0.000     | 109.521 | -0.22      |
| 22      | Шаргород            | 0.000    | 0.000     | 108.076 | -0.81      |
| 110     |                     | 0.000    | 0.000     | 108.367 | -0.73      |
| 111     |                     | 0.000    | 0.000     | 108.406 | -0.71      |
| 23      | Носківці            | 0.000    | 0.000     | 108.513 | -0.67      |
| 112     |                     | 0.000    | 0.000     | 108.725 | -0.59      |
| 24      | Станіславчик        | 0.000    | 0.000     | 108.674 | -0.60      |
| 26      | Жмеринка            | 0.000    | 0.000     | 109.016 | -0.49      |
| 25      | Подільська тяга     | 0.000    | 0.000     | 108.956 | -0.50      |
| 113     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.446 | -0.28      |
| 114     |                     | 0.000    | 0.000     | 109.483 | -0.26      |
| 27      | Гнівіль             | 0.000    | 0.000     | 109.451 | -0.28      |

|         |            |       |       |         |       |
|---------|------------|-------|-------|---------|-------|
| 28      | Сутиски    | 0.000 | 0.000 | 109.616 | -0.19 |
| 29      | Тюшки тяга | 0.000 | 0.000 | 109.934 | -0.03 |
| 1011    |            | 0.980 | 0.530 | 10.090  | -1.09 |
| 2221    |            | 0.000 | 0.000 | 105.508 | -1.00 |
| 2222    |            | 0.000 | 0.000 | 105.508 | -1.00 |
| 3521    |            | 0.000 | 0.000 | 35.322  | -1.00 |
| 3522    |            | 0.000 | 0.000 | 35.322  | -1.00 |
| 1021    |            | 1.750 | 0.990 | 10.087  | -0.98 |
| 1022    |            | 1.750 | 0.990 | 10.087  | -0.98 |
| 1031    |            | 0.770 | 0.370 | 10.099  | -1.02 |
| 1041    |            | 1.840 | 0.890 | 9.991   | -0.51 |
| 1042    |            | 1.840 | 0.890 | 9.991   | -0.51 |
| 5551    |            | 0.000 | 0.000 | 105.574 | -0.88 |
| 5552    |            | 0.000 | 0.000 | 105.395 | -1.03 |
| 3551    |            | 0.000 | 0.000 | 35.334  | -0.87 |
| 3552    |            | 0.000 | 0.000 | 35.334  | -0.87 |
| 1051    |            | 1.370 | 0.810 | 10.075  | -1.01 |
| 1052    |            | 1.370 | 0.810 | 10.075  | -1.01 |
| 6661    |            | 0.000 | 0.000 | 108.092 | -0.86 |
| 6662    |            | 0.000 | 0.000 | 108.092 | -0.86 |
| 2761    |            | 0.000 | 0.000 | 25.847  | -0.86 |
| 2762    |            | 0.000 | 0.000 | 25.847  | -0.86 |
| 1061    |            | 2.450 | 1.580 | 10.307  | -1.12 |
| 1062    |            | 2.450 | 1.580 | 10.307  | -1.12 |
| 1071    |            | 0.950 | 0.540 | 10.256  | -1.71 |
| 8881    |            | 0.000 | 0.000 | 107.452 | -1.45 |
| 8882    |            | 0.000 | 0.000 | 107.452 | -1.45 |
| 2781    |            | 0.000 | 0.000 | 25.694  | -1.45 |
| 2782    |            | 0.000 | 0.000 | 25.694  | -1.45 |
| 1081    |            | 2.800 | 1.280 | 10.251  | -1.75 |
| 1082    |            | 2.800 | 1.280 | 10.251  | -1.75 |
| 9991    |            | 0.000 | 0.000 | 111.382 | -2.34 |
| 3591    |            | 0.000 | 0.000 | 37.289  | -2.34 |
| 1091    |            | 1.090 | 0.490 | 10.589  | -2.98 |
| 10101   |            | 1.160 | 0.590 | 10.595  | -2.49 |
| 10111   |            | 1.440 | 0.740 | 10.880  | -2.85 |
| 1212121 |            | 0.000 | 0.000 | 117.760 | -2.86 |
| 35121   |            | 0.000 | 0.000 | 39.424  | -2.86 |
| 10121   |            | 2.170 | 0.990 | 11.186  | -3.58 |
| 10131   |            | 1.020 | 0.490 | 10.652  | -2.22 |
| 10141   |            | 1.160 | 0.590 | 10.631  | -2.34 |
| 10151   |            | 0.980 | 0.560 | 10.638  | -2.14 |
| 10161   |            | 1.930 | 1.140 | 10.616  | -2.34 |
| 1717171 |            | 0.000 | 0.000 | 114.633 | -2.63 |
| 35171   |            | 0.000 | 0.000 | 38.377  | -2.63 |
| 10171   |            | 2.240 | 1.020 | 10.883  | -3.42 |
| 10181   |            | 0.810 | 0.390 | 10.403  | -1.69 |
| 10191   |            | 1.370 | 0.810 | 10.666  | -2.13 |
| 10201   |            | 1.400 | 0.790 | 10.261  | -1.82 |
| 10211   |            | 0.420 | 0.240 | 10.209  | -1.20 |
| 2222221 |            | 0.000 | 0.000 | 107.161 | -1.72 |
| 2222222 |            | 0.000 | 0.000 | 107.161 | -1.72 |
| 35221   |            | 0.000 | 0.000 | 35.876  | -1.72 |
| 35222   |            | 0.000 | 0.000 | 35.876  | -1.72 |
| 10221   |            | 3.330 | 1.610 | 10.195  | -2.28 |
| 10222   |            | 3.330 | 1.610 | 10.195  | -2.28 |
| 10231   |            | 0.980 | 0.500 | 10.266  | -1.70 |
| 10241   |            | 2.140 | 1.210 | 10.226  | -2.02 |
| 2525251 |            | 0.000 | 0.000 | 105.347 | -0.91 |
| 2525252 |            | 0.000 | 0.000 | 105.347 | -0.91 |
| 27251   |            | 0.000 | 0.000 | 25.190  | -0.91 |
| 27252   |            | 0.000 | 0.000 | 25.190  | -0.91 |
| 10251   |            | 2.450 | 1.320 | 10.048  | -1.18 |
| 10252   |            | 2.450 | 1.320 | 10.048  | -1.18 |
| 2626261 |            | 0.000 | 0.000 | 102.422 | -0.93 |
| 2626262 |            | 0.000 | 0.000 | 102.315 | -1.04 |
| 35261   |            | 0.000 | 0.000 | 34.282  | -0.92 |
| 35262   |            | 0.000 | 0.000 | 34.282  | -0.92 |
| 10261   |            | 0.960 | 0.470 | 9.782   | -1.03 |
| 10262   |            | 0.960 | 0.470 | 9.782   | -1.03 |
| 2727271 |            | 0.000 | 0.000 | 102.776 | -0.77 |
| 2727272 |            | 0.000 | 0.000 | 102.904 | -0.62 |
| 35271   |            | 0.000 | 0.000 | 34.448  | -0.62 |
| 35272   |            | 0.000 | 0.000 | 34.448  | -0.62 |
| 6271    |            | 1.230 | 0.630 | 5.896   | -0.76 |
| 6272    |            | 1.230 | 0.630 | 5.896   | -0.76 |
| 2828281 |            | 0.000 | 0.000 | 107.944 | -1.49 |
| 35281   |            | 0.000 | 0.000 | 36.138  | -1.49 |
| 10281   |            | 1.930 | 1.140 | 10.230  | -2.25 |

|         |           |       |       |         |       |
|---------|-----------|-------|-------|---------|-------|
| 2929291 |           | 0.000 | 0.000 | 104.202 | -0.58 |
| 2929292 |           | 0.000 | 0.000 | 104.202 | -0.58 |
| 27291   |           | 0.000 | 0.000 | 24.917  | -0.58 |
| 27292   |           | 0.000 | 0.000 | 24.917  | -0.58 |
| 10291   |           | 2.100 | 0.960 | 9.964   | -0.57 |
| 10292   |           | 2.100 | 0.960 | 9.964   | -0.57 |
| 201     | Джурин    | 0.000 | 0.000 | 107.243 | -1.16 |
| 202     | Березівка | 0.000 | 0.000 | 107.644 | -1.00 |
| 203     | Чернівці  | 0.000 | 0.000 | 107.018 | -1.27 |
| 102011  |           | 1.490 | 0.720 | 10.156  | -2.18 |
| 102012  |           | 1.490 | 0.720 | 10.156  | -2.18 |
| 102021  |           | 1.000 | 0.450 | 10.192  | -2.06 |
| 102022  |           | 1.000 | 0.450 | 10.192  | -2.06 |
| 102031  |           | 1.300 | 0.700 | 10.076  | -2.67 |
| 102032  |           | 1.300 | 0.700 | 10.076  | -2.67 |

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВІТКИ

| N початку | N кінця | Pп, МВт | Qп, МВАр | Pк, МВт | Qк, МВАр | dP, МВт | dQ, МВАр | I, кА  | dU, кВ |
|-----------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--------|--------|
| 100       | 115     | 3.523   | 0.351    | 3.521   | 0.345    | 0.002   | 0.005    | 0.019  | 0.094  |
| 115       | 116     | 2.530   | 0.616    | 2.527   | 0.611    | 0.002   | 0.005    | 0.014  | 0.144  |
| 116       | 102     | 2.527   | 1.250    | 2.525   | 1.246    | 0.002   | 0.004    | 0.015  | 0.131  |
| 102       | 5       | 1.745   | 1.433    | 1.744   | 1.431    | 0.001   | 0.002    | 0.012  | 0.121  |
| 5         | 101     | -0.298  | -0.284   | -0.298  | -0.284   | 0.000   | 0.000    | -0.002 | -0.045 |
| 101       | 2       | -0.298  | 0.254    | -0.298  | 0.254    | 0.000   | 0.000    | -0.002 | 0.002  |
| 2         | 100     | -3.851  | -1.345   | -3.861  | -1.366   | 0.010   | 0.022    | -0.021 | -0.446 |
| 5         | 103     | -5.750  | -1.669   | -5.766  | -1.698   | 0.016   | 0.028    | -0.032 | -0.421 |
| 103       | 4       | 4.209   | 1.838    | 4.208   | 1.838    | 0.000   | 0.001    | 0.024  | 0.015  |
| 4         | 104     | 0.471   | -0.354   | 0.471   | -0.354   | 0.000   | 0.000    | 0.003  | 0.000  |
| 104       | 7       | 12.212  | 4.356    | 12.102  | 4.156    | 0.109   | 0.199    | 0.068  | 1.446  |
| 7         | 8       | 11.141  | 4.388    | 11.101  | 4.315    | 0.040   | 0.073    | 0.064  | 0.589  |
| 8         | 105     | 5.427   | 1.532    | 5.424   | 1.527    | 0.003   | 0.005    | 0.030  | 0.082  |
| 105       | 9       | 5.424   | 1.810    | 5.414   | 1.795    | 0.010   | 0.014    | 0.031  | 0.266  |
| 9         | 13      | 0.301   | 0.219    | 0.301   | 0.219    | 0.000   | 0.000    | 0.002  | 0.026  |
| 13        | 14      | -0.729  | 0.185    | -0.730  | 0.184    | 0.000   | 0.000    | -0.004 | -0.022 |
| 14        | 107     | -1.901  | -0.171   | -1.901  | -0.171   | 0.000   | 0.000    | -0.010 | -0.015 |
| 107       | 16      | -2.892  | -0.334   | -2.894  | -0.337   | 0.002   | 0.003    | -0.016 | -0.090 |
| 16        | 18      | -7.102  | -2.246   | -7.121  | -2.280   | 0.018   | 0.034    | -0.040 | -0.409 |
| 18        | 19      | -7.941  | -2.264   | -7.960  | -2.291   | 0.019   | 0.027    | -0.044 | -0.341 |
| 19        | 20      | -9.342  | -2.668   | -9.391  | -2.738   | 0.048   | 0.070    | -0.052 | -0.744 |
| 20        | 109     | -10.803 | -3.217   | -10.817 | -3.234   | 0.014   | 0.017    | -0.060 | -0.178 |
| 109       | 300     | -10.817 | -2.872   | -10.870 | -2.949   | 0.052   | 0.076    | -0.059 | -0.692 |
| 9         | 106     | 4.010   | 1.772    | 4.000   | 1.758    | 0.010   | 0.014    | 0.023  | 0.362  |
| 106       | 10      | 4.000   | 2.094    | 4.000   | 2.093    | 0.000   | 0.000    | 0.024  | 0.001  |
| 10        | 11      | 2.829   | 1.639    | 2.825   | 1.634    | 0.004   | 0.005    | 0.018  | 0.195  |
| 11        | 203     | -0.819  | 0.252    | -0.820  | 0.251    | 0.000   | 0.000    | -0.005 | -0.015 |
| 203       | 201     | -3.443  | -0.869   | -3.448  | -0.877   | 0.006   | 0.008    | -0.019 | -0.230 |
| 201       | 202     | -6.457  | -1.998   | -6.475  | -2.024   | 0.018   | 0.026    | -0.036 | -0.407 |
| 202       | 22      | -8.496  | -2.608   | -8.522  | -2.645   | 0.026   | 0.037    | -0.048 | -0.437 |
| 22        | 110     | -4.340  | -2.070   | -4.348  | -2.082   | 0.008   | 0.012    | -0.026 | -0.294 |
| 110       | 111     | -4.348  | -1.790   | -4.349  | -1.792   | 0.001   | 0.002    | -0.025 | -0.039 |
| 111       | 23      | -4.349  | -1.649   | -4.353  | -1.654   | 0.003   | 0.005    | -0.025 | -0.109 |
| 23        | 112     | -5.343  | -1.972   | -5.351  | -1.983   | 0.008   | 0.011    | -0.030 | -0.214 |
| 112       | 26      | -7.508  | -2.867   | -7.523  | -2.889   | 0.015   | 0.021    | -0.043 | -0.292 |
| 26        | 113     | -7.559  | -3.200   | -7.578  | -3.241   | 0.018   | 0.040    | -0.043 | -0.433 |
| 113       | 28      | -6.704  | -2.547   | -6.711  | -2.562   | 0.006   | 0.014    | -0.038 | -0.171 |
| 28        | 100     | -8.663  | -3.504   | -8.682  | -3.545   | 0.019   | 0.041    | -0.049 | -0.385 |
| 113       | 27      | -0.873  | -0.180   | -0.873  | -0.180   | 0.000   | 0.000    | -0.005 | -0.006 |
| 27        | 114     | -3.387  | -1.711   | -3.388  | -1.712   | 0.001   | 0.001    | -0.020 | -0.031 |
| 114       | 29      | -10.312 | -4.006   | -10.338 | -4.064   | 0.026   | 0.058    | -0.058 | -0.452 |
| 29        | 100     | -14.628 | -6.249   | -14.633 | -6.261   | 0.005   | 0.012    | -0.083 | -0.066 |
| 114       | 26      | 6.924   | 2.972    | 6.906   | 2.932    | 0.018   | 0.040    | 0.040  | 0.470  |
| 27        | 2727271 | 1.151   | 0.583    | 1.151   | 0.570    | 0.000   | 0.013    | 0.007  | 0.518  |
| 2727271   | 35271   | -0.536  | -0.203   | -0.537  | -0.204   | 0.000   | 0.002    | -0.003 | -0.124 |
| 35271     | 35272   | -0.537  | -0.204   | -0.537  | -0.204   | 0.000   | 0.000    | -0.010 | -0.000 |
| 2727272   | 35272   | 0.537   | 0.204    | 0.537   | 0.204    | 0.000   | 0.000    | 0.003  | 0.008  |
| 27        | 2727272 | 1.309   | 0.704    | 1.309   | 0.693    | 0.000   | 0.010    | 0.008  | 0.378  |
| 2727272   | 6272    | 0.772   | 0.489    | 0.772   | 0.486    | 0.000   | 0.003    | 0.005  | 0.177  |
| 6272      | 6271    | -0.457  | -0.143   | -0.457  | -0.143   | 0.000   | 0.000    | -0.047 | -0.000 |
| 2727271   | 6271    | 1.688   | 0.773    | 1.687   | 0.773    | 0.001   | 0.000    | 0.010  | 0.044  |
| 26        | 2626261 | 0.648   | 0.322    | 0.648   | 0.316    | 0.000   | 0.006    | 0.004  | 0.459  |
| 2626261   | 35261   | 0.410   | 0.142    | 0.410   | 0.142    | 0.000   | 0.000    | 0.002  | 0.021  |
| 35261     | 35262   | 0.410   | 0.142    | 0.410   | 0.142    | 0.000   | 0.000    | 0.007  | 0.000  |
| 2626262   | 35262   | -0.410  | -0.141   | -0.410  | -0.142   | 0.000   | 0.001    | -0.002 | -0.089 |
| 26        | 2626262 | 1.272   | 0.641    | 1.272   | 0.625    | 0.000   | 0.015    | 0.008  | 0.575  |
| 2626262   | 10262   | 1.682   | 0.767    | 1.681   | 0.767    | 0.001   | 0.000    | 0.010  | 0.044  |

|         |         |         |        |         |        |       |       |        |        |
|---------|---------|---------|--------|---------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 10262   | 10261   | 0.721   | 0.297  | 0.721   | 0.297  | 0.000 | 0.000 | 0.046  | 0.000  |
| 2626261 | 10261   | 0.238   | 0.173  | 0.238   | 0.173  | 0.000 | 0.001 | 0.002  | 0.155  |
| 22      | 21      | -10.900 | -3.302 | -11.010 | -3.462 | 0.110 | 0.159 | -0.061 | -1.455 |
| 21      | 300     | -11.436 | -2.958 | -11.475 | -3.014 | 0.039 | 0.056 | -0.062 | -0.480 |
| 104     | 200     | -11.741 | -4.039 | -11.747 | -4.050 | 0.006 | 0.011 | -0.065 | -0.084 |
| 103     | 200     | -9.974  | -3.075 | -9.979  | -3.083 | 0.004 | 0.008 | -0.055 | -0.069 |
| 5551    | 3551    | 0.597   | 0.262  | 0.596   | 0.262  | 0.000 | 0.000 | 0.004  | 0.030  |
| 3551    | 3552    | 0.596   | 0.262  | 0.596   | 0.262  | 0.000 | 0.000 | 0.011  | 0.000  |
| 5552    | 3552    | -0.596  | -0.260 | -0.596  | -0.262 | 0.000 | 0.002 | -0.004 | -0.153 |
| 5552    | 1052    | 2.404   | 1.333  | 2.402   | 1.333  | 0.002 | 0.000 | 0.015  | 0.061  |
| 1052    | 1051    | 1.033   | 0.524  | 1.033   | 0.524  | 0.000 | 0.000 | 0.066  | 0.000  |
| 5551    | 1051    | 0.336   | 0.287  | 0.336   | 0.286  | 0.000 | 0.001 | 0.002  | 0.246  |
| 5       | 5551    | 0.933   | 0.564  | 0.933   | 0.549  | 0.001 | 0.014 | 0.006  | 0.782  |
| 5       | 5552    | 1.809   | 1.107  | 1.808   | 1.073  | 0.001 | 0.034 | 0.011  | 0.971  |
| 2525251 | 10251   | 2.449   | 1.334  | 2.448   | 1.319  | 0.001 | 0.015 | 0.015  | 0.299  |
| 25      | 2525252 | 2.450   | 1.357  | 2.449   | 1.334  | 0.001 | 0.023 | 0.015  | 0.458  |
| 2525252 | 27252   | 0.000   | 0.000  | 0.000   | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 2525252 | 10252   | 2.449   | 1.334  | 2.448   | 1.319  | 0.001 | 0.015 | 0.015  | 0.299  |
| 6661    | 1061    | 2.449   | 1.595  | 2.448   | 1.579  | 0.001 | 0.016 | 0.016  | 0.343  |
| 6       | 6662    | 2.450   | 1.620  | 2.449   | 1.595  | 0.001 | 0.025 | 0.016  | 0.543  |
| 6662    | 2762    | 0.000   | -0.000 | 0.000   | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 28      | 2828281 | 1.933   | 1.238  | 1.931   | 1.176  | 0.002 | 0.062 | 0.012  | 1.708  |
| 2828281 | 35281   | -0.000  | 0.000  | -0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2828281 | 10281   | 1.931   | 1.176  | 1.929   | 1.139  | 0.002 | 0.036 | 0.012  | 1.032  |
| 6662    | 1062    | 2.449   | 1.595  | 2.448   | 1.579  | 0.001 | 0.016 | 0.016  | 0.343  |
| 115     | 1       | 0.991   | 0.495  | 0.991   | 0.495  | 0.000 | 0.000 | 0.006  | 0.036  |
| 20      | 10201   | 1.402   | 0.839  | 1.399   | 0.790  | 0.003 | 0.049 | 0.009  | 1.902  |
| 19      | 10191   | 1.372   | 0.859  | 1.369   | 0.809  | 0.003 | 0.049 | 0.009  | 1.965  |
| 29      | 2929291 | 2.100   | 0.984  | 2.099   | 0.959  | 0.001 | 0.025 | 0.012  | 0.527  |
| 2929291 | 27291   | -0.000  | -0.000 | -0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2929291 | 10291   | 2.099   | 0.959  | 2.099   | 0.959  | 0.001 | 0.000 | 0.013  | 0.031  |
| 29      | 2929292 | 2.100   | 0.984  | 2.099   | 0.959  | 0.001 | 0.025 | 0.012  | 0.527  |
| 2929292 | 27292   | -0.000  | 0.000  | -0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000  |
| 2929292 | 10292   | 2.099   | 0.959  | 2.099   | 0.959  | 0.001 | 0.000 | 0.013  | 0.031  |
| 18      | 10181   | 0.811   | 0.405  | 0.809   | 0.390  | 0.001 | 0.015 | 0.005  | 0.960  |
| 16      | 108     | 2.263   | 1.081  | 2.263   | 1.081  | 0.000 | 0.000 | 0.013  | 0.004  |
| 108     | 17      | 2.263   | 1.164  | 2.262   | 1.163  | 0.001 | 0.001 | 0.014  | 0.043  |
| 17      | 1717171 | 2.244   | 1.136  | 2.241   | 1.058  | 0.003 | 0.077 | 0.013  | 1.665  |
| 1717171 | 35171   | -0.000  | -0.000 | -0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 1717171 | 10171   | 2.241   | 1.058  | 2.239   | 1.019  | 0.002 | 0.038 | 0.012  | 0.938  |
| 16      | 10161   | 1.932   | 1.201  | 1.929   | 1.139  | 0.003 | 0.062 | 0.012  | 1.732  |
| 14      | 10141   | 1.161   | 0.623  | 1.159   | 0.590  | 0.002 | 0.033 | 0.007  | 1.479  |
| 13      | 10131   | 1.021   | 0.515  | 1.019   | 0.490  | 0.002 | 0.025 | 0.006  | 1.235  |
| 1       | 1011    | 0.981   | 0.553  | 0.979   | 0.530  | 0.002 | 0.023 | 0.006  | 1.244  |
| 2       | 2221    | 1.751   | 1.021  | 1.750   | 0.989  | 0.001 | 0.031 | 0.011  | 0.897  |
| 2221    | 3521    | -0.000  | -0.000 | -0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 11      | 12      | 2.193   | 1.076  | 2.192   | 1.075  | 0.001 | 0.002 | 0.013  | 0.079  |
| 12      | 1212121 | 2.174   | 1.098  | 2.171   | 1.024  | 0.003 | 0.073 | 0.013  | 1.633  |
| 1212121 | 35121   | -0.000  | 0.000  | -0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 1212121 | 10121   | 2.171   | 1.024  | 2.169   | 0.989  | 0.002 | 0.034 | 0.012  | 0.889  |
| 11      | 10111   | 1.443   | 0.792  | 1.439   | 0.740  | 0.003 | 0.052 | 0.009  | 1.894  |
| 112     | 24      | 2.157   | 1.290  | 2.156   | 1.289  | 0.001 | 0.001 | 0.013  | 0.052  |
| 24      | 10241   | 2.143   | 1.283  | 2.139   | 1.209  | 0.004 | 0.073 | 0.013  | 1.819  |
| 23      | 10231   | 0.981   | 0.523  | 0.979   | 0.500  | 0.002 | 0.023 | 0.006  | 1.218  |
| 22      | 2222222 | 3.331   | 1.717  | 3.330   | 1.650  | 0.002 | 0.067 | 0.020  | 0.953  |
| 2222222 | 10222   | 3.330   | 1.650  | 3.328   | 1.609  | 0.002 | 0.041 | 0.020  | 0.607  |
| 2222222 | 35222   | -0.000  | 0.000  | -0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 22      | 2222221 | 3.331   | 1.717  | 3.330   | 1.650  | 0.002 | 0.067 | 0.020  | 0.953  |
| 2222221 | 10221   | 3.330   | 1.650  | 3.328   | 1.609  | 0.002 | 0.041 | 0.020  | 0.607  |
| 2222221 | 35221   | -0.000  | 0.000  | -0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2221    | 1021    | 1.750   | 0.989  | 1.749   | 0.989  | 0.001 | 0.000 | 0.011  | 0.045  |
| 21      | 10211   | 0.421   | 0.250  | 0.420   | 0.240  | 0.001 | 0.010 | 0.003  | 1.331  |
| 2       | 2222    | 1.751   | 1.021  | 1.750   | 0.989  | 0.001 | 0.031 | 0.011  | 0.897  |
| 202     | 102021  | 1.001   | 0.473  | 0.999   | 0.450  | 0.002 | 0.023 | 0.006  | 1.140  |
| 202     | 102022  | 1.001   | 0.473  | 0.999   | 0.450  | 0.002 | 0.023 | 0.006  | 1.140  |
| 201     | 102011  | 1.491   | 0.753  | 1.489   | 0.720  | 0.002 | 0.034 | 0.009  | 1.121  |
| 201     | 102012  | 1.491   | 0.753  | 1.489   | 0.720  | 0.002 | 0.034 | 0.009  | 1.121  |
| 203     | 102031  | 1.302   | 0.743  | 1.299   | 0.700  | 0.003 | 0.043 | 0.008  | 1.766  |
| 203     | 102032  | 1.302   | 0.743  | 1.299   | 0.700  | 0.003 | 0.043 | 0.008  | 1.766  |
| 10      | 10101   | 1.161   | 0.623  | 1.159   | 0.590  | 0.002 | 0.033 | 0.007  | 1.490  |
| 9       | 9991    | 1.091   | 0.534  | 1.090   | 0.505  | 0.001 | 0.029 | 0.007  | 1.253  |
| 9991    | 1091    | 1.090   | 0.505  | 1.089   | 0.490  | 0.001 | 0.015 | 0.006  | 0.730  |
| 9991    | 3591    | -0.000  | 0.000  | -0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 8       | 8882    | 2.800   | 1.326  | 2.799   | 1.297  | 0.001 | 0.029 | 0.017  | 0.463  |
| 8882    | 1082    | 2.799   | 1.297  | 2.798   | 1.279  | 0.001 | 0.018 | 0.017  | 0.295  |
| 8882    | 2782    | 0.000   | -0.000 | 0.000   | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 8       | 8881    | 2.800   | 1.326  | 2.799   | 1.297  | 0.001 | 0.029 | 0.017  | 0.463  |
| 8881    | 1081    | 2.799   | 1.297  | 2.798   | 1.279  | 0.001 | 0.018 | 0.017  | 0.295  |
| 8881    | 2781    | 0.000   | -0.000 | 0.000   | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |



|         |         |        |        |        |        |       |       |        |        |
|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 7       | 1071    | 0.951  | 0.563  | 0.949  | 0.540  | 0.002 | 0.023 | 0.006  | 1.296  |
| 2222    | 3522    | -0.000 | -0.000 | -0.000 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 4       | 1042    | 1.840  | 0.909  | 1.839  | 0.889  | 0.001 | 0.019 | 0.011  | 0.503  |
| 4       | 1041    | 1.840  | 0.909  | 1.839  | 0.889  | 0.001 | 0.019 | 0.011  | 0.503  |
| 2222    | 1022    | 1.750  | 0.989  | 1.749  | 0.989  | 0.001 | 0.000 | 0.011  | 0.045  |
| 25      | 2525251 | 2.450  | 1.357  | 2.449  | 1.334  | 0.001 | 0.023 | 0.015  | 0.458  |
| 5       | 6       | 5.005  | 3.156  | 4.975  | 3.113  | 0.029 | 0.043 | 0.031  | 0.888  |
| 6       | 6661    | 2.450  | 1.620  | 2.449  | 1.595  | 0.001 | 0.025 | 0.016  | 0.543  |
| 107     | 15      | 0.991  | 0.507  | 0.991  | 0.506  | 0.000 | 0.000 | 0.006  | 0.039  |
| 15      | 10151   | 0.981  | 0.585  | 0.979  | 0.560  | 0.002 | 0.025 | 0.006  | 1.370  |
| 6661    | 2761    | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 26      | 25      | 4.978  | 3.022  | 4.976  | 3.019  | 0.002 | 0.003 | 0.031  | 0.060  |
| 2525251 | 27251   | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 102     | 3       | 0.780  | 0.365  | 0.780  | 0.365  | 0.000 | 0.000 | 0.005  | 0.019  |
| 3       | 1031    | 0.770  | 0.383  | 0.770  | 0.370  | 0.001 | 0.014 | 0.005  | 0.881  |

---

## ДОДАТОК Е

## Вхідні дані для розрахунку післяаварійного режиму електричної мережі після розвитку

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Тривалість звітного періоду: 0.0 годин

Балансуючі вузли:

|         |     |     |        |       |      |
|---------|-----|-----|--------|-------|------|
| Нвузла: | 100 | Un: | 121.00 | Фаза: | 0.00 |
| Нвузла: | 200 | Un: | 121.00 | Фаза: | 0.00 |
| Нвузла: | 300 | Un: | 121.00 | Фаза: | 0.00 |

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВУЗЛИ: К-сть вузлів: 140

| N вузла | Назва               | U, кВ | P <sub>нав</sub> , МВт | Q <sub>нав</sub> , МВАр | W <sub>в</sub> , МВт год | Cos | P <sub>min</sub> , МВт | P <sub>max</sub> , МВт |
|---------|---------------------|-------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----|------------------------|------------------------|
| 100     | Він.Енерговузол     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 115     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 1       | Вороновиця          | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 116     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 102     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 3       | Брацлав             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 5       | Тульчин             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 2       | Немирів             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 101     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 6       | Рахни тяга          | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 103     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 4       | Ферментний завод    | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 104     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 200     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 7       | Суворівське         | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 8       | Вапнярка тяга       | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 105     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 9       | Томашпіль           | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 106     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 10      | Антонівка           | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 11      | Борівка             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 12      | Моївка              | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 13      | Гнатків             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 14      | Дзигівка            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 107     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 15      | Радянське           | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 16      | Ямпіль              | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 108     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 17      | Пороги              | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 18      | Михайлівка          | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 19      | Гвонівка            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 20      | Коси                | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 109     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 300     | Могилів-Подільський | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 21      | Конева              | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 22      | Шаргород            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 110     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 111     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 23      | Носківці            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 112     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 24      | Станіславчик        | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 26      | Жмеринка            | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 25      | Подільська тяга     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 113     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 114     |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 27      | Гнівань             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 28      | Сутиски             | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 29      | Тюшки тяга          | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 1011    |                     | 10    | 2.800                  | 1.510                   |                          |     |                        |                        |
| 2221    |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 2222    |                     | 110   |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 3521    |                     | 35    |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 3522    |                     | 35    |                        |                         |                          |     |                        |                        |
| 1021    |                     | 10    | 5.000                  | 2.830                   |                          |     |                        |                        |
| 1022    |                     | 10    | 5.000                  | 2.830                   |                          |     |                        |                        |
| 1031    |                     | 10    | 2.200                  | 1.070                   |                          |     |                        |                        |

|         |           |     |       |       |
|---------|-----------|-----|-------|-------|
| 1041    |           | 10  | 5.250 | 2.540 |
| 1042    |           | 10  | 5.250 | 2.540 |
| 5551    |           | 110 |       |       |
| 5552    |           | 110 |       |       |
| 3551    |           | 35  |       |       |
| 3552    |           | 35  |       |       |
| 1051    |           | 10  | 7.800 | 4.630 |
| 1052    |           | 10  |       |       |
| 6661    |           | 110 |       |       |
| 6662    |           | 110 |       |       |
| 2761    |           | 27  |       |       |
| 2762    |           | 27  |       |       |
| 1061    |           | 10  | 7.000 | 4.520 |
| 1062    |           | 10  | 7.000 | 4.520 |
| 1071    |           | 10  | 2.700 | 1.530 |
| 8881    |           | 110 |       |       |
| 8882    |           | 110 |       |       |
| 2781    |           | 27  |       |       |
| 2782    |           | 27  |       |       |
| 1081    |           | 10  | 8.000 | 3.640 |
| 1082    |           | 10  | 8.000 | 3.640 |
| 9991    |           | 110 |       |       |
| 3591    |           | 35  |       |       |
| 1091    |           | 10  | 3.100 | 1.410 |
| 10101   |           | 10  | 3.300 | 1.690 |
| 10111   |           | 10  | 4.100 | 2.100 |
| 1212121 |           | 110 |       |       |
| 35121   |           | 35  |       |       |
| 10121   |           | 10  | 6.200 | 2.820 |
| 10131   |           | 10  | 2.900 | 1.400 |
| 10141   |           | 10  | 3.300 | 1.690 |
| 10151   |           | 10  | 2.800 | 1.590 |
| 10161   |           | 10  | 5.500 | 3.290 |
| 1717171 |           | 110 |       |       |
| 35171   |           | 35  |       |       |
| 10171   |           | 10  | 6.400 | 2.920 |
| 10181   |           | 10  | 2.300 | 1.110 |
| 10191   |           | 10  | 3.900 | 2.310 |
| 10201   |           | 10  | 4.000 | 2.270 |
| 10211   |           | 10  | 1.200 | 0.680 |
| 2222221 |           | 110 |       |       |
| 2222222 |           | 110 |       |       |
| 35221   |           | 35  |       |       |
| 35222   |           | 35  |       |       |
| 10221   |           | 10  | 9.500 | 4.600 |
| 10222   |           | 10  | 9.500 | 4.600 |
| 10231   |           | 10  | 2.800 | 1.430 |
| 10241   |           | 10  | 6.100 | 3.460 |
| 2525251 |           | 110 |       |       |
| 2525252 |           | 110 |       |       |
| 27251   |           | 27  |       |       |
| 27252   |           | 27  |       |       |
| 10251   |           | 10  | 7.000 | 3.780 |
| 10252   |           | 10  | 7.000 | 3.780 |
| 2626261 |           | 110 |       |       |
| 2626262 |           | 110 |       |       |
| 35261   |           | 35  |       |       |
| 35262   |           | 35  |       |       |
| 10261   |           | 10  | 5.500 | 2.660 |
| 10262   |           | 10  |       |       |
| 2727271 |           | 110 |       |       |
| 2727272 |           | 110 |       |       |
| 35271   |           | 35  |       |       |
| 35272   |           | 35  |       |       |
| 6271    |           | 6   | 3.500 | 1.790 |
| 6272    |           | 6   | 3.500 | 1.790 |
| 2828281 |           | 110 |       |       |
| 35281   |           | 35  |       |       |
| 10281   |           | 10  | 5.500 | 3.260 |
| 2929291 |           | 110 |       |       |
| 2929292 |           | 110 |       |       |
| 27291   |           | 27  |       |       |
| 27292   |           | 27  |       |       |
| 10291   |           | 10  | 6.000 | 2.730 |
| 10292   |           | 10  | 6.000 | 2.730 |
| 201     | Джурин    | 110 |       |       |
| 202     | Березівка | 110 |       |       |
| 203     | Чернівці  | 110 |       |       |
| 102011  |           | 10  | 4.250 | 2.060 |

|        |    |       |       |
|--------|----|-------|-------|
| 102012 | 10 | 4.250 | 2.060 |
| 102021 | 10 | 2.850 | 1.300 |
| 102022 | 10 | 2.850 | 1.300 |
| 102031 | 10 | 3.700 | 2.000 |
| 102032 | 10 | 3.700 | 2.000 |

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВІТКИ: К-сть віток: 149

| N початку | N кінця | Тип вітки             | Марка/Тип/Назва      | L, км/Кт/Стан |
|-----------|---------|-----------------------|----------------------|---------------|
| 100       | 115     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 14.080        |
| 115       | 1       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 7.550         |
| 115       | 116     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 23.820        |
| 116       | 102     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 14.200        |
| 102       | 3       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 5.100         |
| 102       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 14.400        |
| 100       | 2       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 41.860        |
| 2         | 101     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 4.000         |
| 101       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 28.600        |
| 5         | 6       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 37.530        |
| 103       | 5       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 24.800        |
| 103       | 4       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.800         |
| 104       | 4       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.800         |
| 200       | 103     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.300         |
| 200       | 104     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.300         |
| 104       | 7       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 37.460        |
| 7         | 8       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 15.700        |
| 8         | 105     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 5.000         |
| 105       | 9       | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 13.000        |
| 9         | 106     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 21.670        |
| 106       | 10      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 0.070         |
| 10        | 11      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 14.700        |
| 11        | 12      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 8.250         |
| 9         | 13      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 16.480        |
| 13        | 14      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 18.300        |
| 107       | 14      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 2.800         |
| 107       | 15      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 8.900         |
| 16        | 107     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.400        |
| 16        | 108     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 0.380         |
| 108       | 17      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 4.900         |
| 18        | 16      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 18.370        |
| 19        | 18      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 12.000        |
| 20        | 19      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 22.400        |
| 109       | 20      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-95       | 4.000         |
| 300       | 109     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 18.600        |
| 300       | 21      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 12.340        |
| 21        | 22      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 36.700        |
| 22        | 110     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 15.885        |
| 110       | 111     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-150      | 2.585         |
| 111       | 23      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 6.410         |
| 23        | 112     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.380        |
| 112       | 24      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 5.140         |
| 112       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120      | 10.020        |
| 26        | 25      | Дволанцюгова ЛЕП      | 110 кВ / АС-120      | 5.200         |
| 113       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 18.770        |
| 114       | 26      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 22.270        |
| 113       | 27      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 2.800         |
| 114       | 27      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 2.800         |
| 28        | 113     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 8.860         |
| 29        | 114     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 15.100        |
| 100       | 28      | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-185      | 15.030        |
| 1         | 1011    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10      | 10.768        |
| 2         | 2221    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 2221      | 3521    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 2221      | 1021    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 2         | 2222    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 2222      | 3522    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 2222      | 1022    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 3         | 1031    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10      | 10.768        |
| 4         | 1041    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТРДН-25000/110/10    | 10.952        |
| 4         | 1042    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТРДН-25000/110/10    | 10.952        |
| 5         | 5551    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10 | 1.030         |
| 5551      | 3551    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10 | 2.987         |
| 5551      | 1051    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10 | 10.455        |
| 5         | 5552    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10 | 1.030         |
| 5552      | 3552    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 2.987         |
| 5552      | 1052    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10 | 10.455        |
| 3551      | 3552    | Комутаційний апарат   |                      | Вкл.          |

|         |         |                       |                       |        |
|---------|---------|-----------------------|-----------------------|--------|
| 1051    | 1052    | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 6       | 6661    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 6661    | 2761    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 6661    | 1061    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 6       | 6662    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 6662    | 2762    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 6662    | 1062    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 7       | 1071    | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 8       | 8881    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 8881    | 2781    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 8881    | 1081    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 8       | 8882    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.000  |
| 8882    | 2782    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 8882    | 1082    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 9       | 9991    | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТМТН-6300/110/35/10   | 0.955  |
| 9991    | 3591    | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТМТН-6300/110/35/10   | 2.987  |
| 9991    | 1091    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТМТН-6300/110/35/10   | 10.455 |
| 10      | 10101   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 11      | 10111   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.670  |
| 12      | 1212121 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 0.895  |
| 1212121 | 35121   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 1212121 | 10121   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 13      | 10131   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 14      | 10141   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 15      | 10151   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 16      | 10161   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 9.984  |
| 17      | 1717171 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 0.925  |
| 1717171 | 35171   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 1717171 | 10171   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 18      | 10181   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.298 |
| 19      | 10191   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 9.984  |
| 20      | 10201   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 21      | 10211   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-2500/110/10       | 10.600 |
| 22      | 2222221 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/10  | 1.000  |
| 2222221 | 35221   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 2.987  |
| 2222221 | 10221   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 10.455 |
| 22      | 2222222 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/10  | 1.000  |
| 2222222 | 35222   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 2.987  |
| 2222222 | 10222   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/10  | 10.455 |
| 23      | 10231   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 24      | 10241   | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 25      | 2525251 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.030  |
| 2525251 | 27251   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 2525251 | 10251   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 25      | 2525252 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-40000/110/27/10  | 1.030  |
| 2525252 | 27252   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 4.182  |
| 2525252 | 10252   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-40000/110/27/10  | 10.455 |
| 26      | 2626261 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 1.060  |
| 2626261 | 35261   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 2626261 | 10261   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 26      | 2626262 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/10  | 1.060  |
| 2626262 | 35262   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/10  | 2.987  |
| 2626262 | 10262   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/10  | 10.455 |
| 35261   | 35262   | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 10261   | 10262   | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 27      | 2727271 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 1.060  |
| 2727271 | 35271   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 2.987  |
| 2727271 | 6271    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-16000/110/35/6.6 | 17.424 |
| 27      | 2727272 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-25000/110/35/6   | 1.060  |
| 2727272 | 35272   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-25000/110/35/6   | 2.987  |
| 2727272 | 6272    | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-25000/110/35/6   | 17.424 |
| 35271   | 35272   | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 6271    | 6272    | Комутаційний апарат   |                       | Вкл.   |
| 28      | 2828281 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТН-10000/110/35/10  | 1.000  |
| 2828281 | 35281   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 2.987  |
| 2828281 | 10281   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТН-10000/110/35/10  | 10.455 |
| 29      | 2929291 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 1.050  |
| 2929291 | 27291   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 4.182  |
| 2929291 | 10291   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 10.455 |
| 29      | 2929292 | Транс. 3 обм. (ВН-СТ) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 1.050  |
| 2929292 | 27292   | Транс. 3 обм. (СТ-СН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 4.182  |
| 2929292 | 10292   | Транс. 3 обм. (СТ-НН) | ТДТНЭ-25000/110/27/10 | 10.455 |
| 202     | 201     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 17.000 |
| 203     | 201     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 19.000 |
| 11      | 203     | Одноланцюгова ЛЕП     | 110 кВ / АС-120       | 12.500 |
| 201     | 102011  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 201     | 102012  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТДН-10000/110/10      | 10.455 |
| 202     | 102021  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |
| 202     | 102022  | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10       | 10.455 |

|     |        |                       |                 |        |
|-----|--------|-----------------------|-----------------|--------|
| 203 | 102031 | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10 | 10.455 |
| 203 | 102032 | Транс. 2 обм. (ВН-НН) | ТМН-6300/110/10 | 10.455 |

## Результати розрахунку післяаварійного режиму електричної мережі після розвитку

### ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Тривалість звітного періоду: 0.0 год

Час втрат: 0.0 год

Отримано потужн./ел.енерг.: 221.005 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Відпущено потужн./ел.енерг.: 208.500 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати в ЛЕП 220-35 кВ: 10.744 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати в ЛЕП 750-330 кВ: 0.000 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Сумарні втрати в ЛЕП: 10.744 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати х.х. в трансформаторах: 0.998 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Втрати нав. в трансформаторах: 0.763 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

Сумарні втрати в трансформаторах: 1.761 МВт / 0.000 тис.кВт\*г

СУМАРНІ ВТРАТИ У МЕРЕЖАХ 750-35 кВ: 12.505 МВт

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВУЗЛИ

| N вузла | Назва               | Rнав, МВт | Qнав, МВАр | U, кВ   | Фаза, град |
|---------|---------------------|-----------|------------|---------|------------|
| 100     | Він.Енерговузол     | -70.479   | -40.208    | 121.000 | 0.00       |
| 115     |                     | 0.000     | 0.000      | 120.601 | -0.17      |
| 1       | Вороновиця          | 0.000     | 0.000      | 120.503 | -0.19      |
| 116     |                     | 0.000     | 0.000      | 120.073 | -0.37      |
| 102     |                     | 0.000     | 0.000      | 119.686 | -0.47      |
| 3       | Брацлав             | 0.000     | 0.000      | 119.635 | -0.48      |
| 5       | Тульчин             | 0.000     | 0.000      | 119.373 | -0.54      |
| 2       | Немирів             | 0.000     | 0.000      | 119.537 | -0.52      |
| 101     |                     | 0.000     | 0.000      | 119.525 | -0.52      |
| 6       | Рахни тяга          | 0.000     | 0.000      | 116.957 | -0.99      |
| 103     |                     | 0.000     | 0.000      | 120.717 | -0.09      |
| 4       | Ферментний завод    | 0.000     | 0.000      | 120.644 | -0.10      |
| 104     |                     | 0.000     | 0.000      | 120.610 | -0.10      |
| 200     |                     | -81.164   | -47.810    | 121.000 | 0.00       |
| 7       | Суворівське         | 0.000     | 0.000      | 112.985 | -2.22      |
| 8       | Вапнярка тяга       | 0.000     | 0.000      | 109.963 | -3.13      |
| 105     |                     | 0.000     | 0.000      | 109.302 | -3.33      |
| 9       | Томашпіль           | 0.000     | 0.000      | 107.328 | -3.77      |
| 106     |                     | 0.000     | 0.000      | 103.536 | -4.73      |
| 10      | Антонівка           | 0.000     | 0.000      | 103.525 | -4.74      |
| 11      | Борівка             | 0.000     | 0.000      | 101.181 | -5.36      |
| 12      | Моївка              | 0.000     | 0.000      | 100.918 | -5.42      |
| 13      | Гнатків             | 0.000     | 0.000      | 107.921 | -3.57      |
| 14      | Дзигівка            | 0.000     | 0.000      | 108.789 | -3.28      |
| 107     |                     | 0.000     | 0.000      | 108.963 | -3.22      |
| 15      | Радянське           | 0.000     | 0.000      | 108.845 | -3.25      |
| 16      | Ямпіль              | 0.000     | 0.000      | 109.731 | -2.98      |
| 108     |                     | 0.000     | 0.000      | 109.719 | -2.98      |
| 17      | Пороги              | 0.000     | 0.000      | 109.590 | -3.02      |
| 18      | Михайлівка          | 0.000     | 0.000      | 111.800 | -2.26      |
| 19      | Івонівка            | 0.000     | 0.000      | 113.469 | -1.82      |
| 20      | Коси                | 0.000     | 0.000      | 116.982 | -0.92      |
| 109     |                     | 0.000     | 0.000      | 117.770 | -0.77      |
| 300     | Могилів-Подільський | -69.279   | -35.427    | 121.000 | 0.00       |
| 21      | Конєва              | 0.000     | 0.000      | 119.830 | -0.35      |
| 22      | Шаргород            | 0.000     | 0.000      | 116.456 | -1.36      |
| 110     |                     | 0.000     | 0.000      | 116.254 | -1.49      |
| 111     |                     | 0.000     | 0.000      | 116.225 | -1.51      |
| 23      | Носківці            | 0.000     | 0.000      | 116.133 | -1.56      |
| 112     |                     | 0.000     | 0.000      | 116.099 | -1.61      |
| 24      | Станіславчик        | 0.000     | 0.000      | 115.956 | -1.64      |
| 26      | Жмеринка            | 0.000     | 0.000      | 116.331 | -1.60      |
| 25      | Подільська тяга     | 0.000     | 0.000      | 116.171 | -1.63      |
| 113     |                     | 0.000     | 0.000      | 117.358 | -1.25      |
| 114     |                     | 0.000     | 0.000      | 116.942 | -1.41      |
| 27      | Гнівіль             | 0.000     | 0.000      | 117.117 | -1.34      |

|         |            |       |       |         |        |
|---------|------------|-------|-------|---------|--------|
| 28      | Сутиски    | 0.000 | 0.000 | 118.593 | -0.81  |
| 29      | Тюшки тяга | 0.000 | 0.000 | 116.375 | -1.64  |
| 1011    |            | 2.800 | 1.510 | 10.885  | -2.60  |
| 2221    |            | 0.000 | 0.000 | 113.751 | -2.35  |
| 2222    |            | 0.000 | 0.000 | 113.751 | -2.35  |
| 3521    |            | 0.000 | 0.000 | 38.082  | -2.35  |
| 3522    |            | 0.000 | 0.000 | 38.082  | -2.35  |
| 1021    |            | 5.000 | 2.830 | 10.869  | -2.32  |
| 1022    |            | 5.000 | 2.830 | 10.869  | -2.32  |
| 1031    |            | 2.200 | 1.070 | 10.892  | -2.40  |
| 1041    |            | 5.250 | 2.540 | 10.895  | -1.23  |
| 1042    |            | 5.250 | 2.540 | 10.895  | -1.23  |
| 5551    |            | 0.000 | 0.000 | 113.872 | -2.05  |
| 5552    |            | 0.000 | 0.000 | 113.398 | -2.43  |
| 3551    |            | 0.000 | 0.000 | 38.096  | -2.03  |
| 3552    |            | 0.000 | 0.000 | 38.096  | -2.03  |
| 1051    |            | 7.800 | 4.630 | 10.830  | -2.38  |
| 1052    |            | 0.000 | 0.000 | 10.831  | -2.38  |
| 6661    |            | 0.000 | 0.000 | 115.495 | -2.01  |
| 6662    |            | 0.000 | 0.000 | 115.495 | -2.01  |
| 2761    |            | 0.000 | 0.000 | 27.617  | -2.01  |
| 2762    |            | 0.000 | 0.000 | 27.617  | -2.01  |
| 1061    |            | 7.000 | 4.520 | 10.960  | -2.64  |
| 1062    |            | 7.000 | 4.520 | 10.960  | -2.64  |
| 1071    |            | 2.700 | 1.530 | 10.466  | -4.88  |
| 8881    |            | 0.000 | 0.000 | 108.664 | -4.45  |
| 8882    |            | 0.000 | 0.000 | 108.664 | -4.45  |
| 2781    |            | 0.000 | 0.000 | 25.984  | -4.45  |
| 2782    |            | 0.000 | 0.000 | 25.984  | -4.45  |
| 1081    |            | 8.000 | 3.640 | 10.317  | -5.28  |
| 1082    |            | 8.000 | 3.640 | 10.317  | -5.28  |
| 9991    |            | 0.000 | 0.000 | 108.370 | -7.33  |
| 3591    |            | 0.000 | 0.000 | 36.281  | -7.33  |
| 1091    |            | 3.100 | 1.410 | 10.169  | -9.29  |
| 10101   |            | 3.300 | 1.690 | 9.919   | -8.67  |
| 10111   |            | 4.100 | 2.100 | 9.853   | -10.55 |
| 1212121 |            | 0.000 | 0.000 | 106.629 | -10.59 |
| 35121   |            | 0.000 | 0.000 | 35.698  | -10.59 |
| 10121   |            | 6.200 | 2.820 | 9.944   | -13.16 |
| 10131   |            | 2.900 | 1.400 | 10.456  | -6.72  |
| 10141   |            | 3.300 | 1.690 | 10.472  | -6.82  |
| 10151   |            | 2.800 | 1.590 | 10.514  | -6.23  |
| 10161   |            | 5.500 | 3.290 | 10.491  | -6.66  |
| 1717171 |            | 0.000 | 0.000 | 112.973 | -7.51  |
| 35171   |            | 0.000 | 0.000 | 37.822  | -7.51  |
| 10171   |            | 6.400 | 2.920 | 10.558  | -9.87  |
| 10181   |            | 2.300 | 1.110 | 10.600  | -4.57  |
| 10191   |            | 3.900 | 2.310 | 10.814  | -5.68  |
| 10201   |            | 4.000 | 2.270 | 10.687  | -4.64  |
| 10211   |            | 1.200 | 0.680 | 10.973  | -2.74  |
| 2222221 |            | 0.000 | 0.000 | 113.850 | -3.61  |
| 2222222 |            | 0.000 | 0.000 | 113.850 | -3.61  |
| 35221   |            | 0.000 | 0.000 | 38.115  | -3.61  |
| 35222   |            | 0.000 | 0.000 | 38.115  | -3.61  |
| 10221   |            | 9.500 | 4.600 | 10.739  | -5.05  |
| 10222   |            | 9.500 | 4.600 | 10.739  | -5.05  |
| 10231   |            | 2.800 | 1.430 | 10.794  | -4.17  |
| 10241   |            | 6.100 | 3.460 | 10.614  | -5.30  |
| 2525251 |            | 0.000 | 0.000 | 111.579 | -2.66  |
| 2525252 |            | 0.000 | 0.000 | 111.579 | -2.66  |
| 27251   |            | 0.000 | 0.000 | 26.681  | -2.66  |
| 27252   |            | 0.000 | 0.000 | 26.681  | -2.66  |
| 10251   |            | 7.000 | 3.780 | 10.596  | -3.35  |
| 10252   |            | 7.000 | 3.780 | 10.596  | -3.35  |
| 2626261 |            | 0.000 | 0.000 | 108.594 | -2.71  |
| 2626262 |            | 0.000 | 0.000 | 108.309 | -3.00  |
| 35261   |            | 0.000 | 0.000 | 36.336  | -2.70  |
| 35262   |            | 0.000 | 0.000 | 36.336  | -2.70  |
| 10261   |            | 5.500 | 2.660 | 10.348  | -2.97  |
| 10262   |            | 0.000 | 0.000 | 10.348  | -2.97  |
| 2727271 |            | 0.000 | 0.000 | 109.188 | -2.59  |
| 2727272 |            | 0.000 | 0.000 | 109.532 | -2.20  |
| 35271   |            | 0.000 | 0.000 | 36.663  | -2.20  |
| 35272   |            | 0.000 | 0.000 | 36.663  | -2.20  |
| 6271    |            | 3.500 | 1.790 | 6.260   | -2.56  |
| 6272    |            | 3.500 | 1.790 | 6.259   | -2.56  |
| 2828281 |            | 0.000 | 0.000 | 113.726 | -4.07  |
| 35281   |            | 0.000 | 0.000 | 38.074  | -4.07  |
| 10281   |            | 5.500 | 3.260 | 10.614  | -6.05  |

|         |           |       |       |         |        |
|---------|-----------|-------|-------|---------|--------|
| 2929291 |           | 0.000 | 0.000 | 109.467 | -3.05  |
| 2929292 |           | 0.000 | 0.000 | 109.467 | -3.05  |
| 27291   |           | 0.000 | 0.000 | 26.176  | -3.05  |
| 27292   |           | 0.000 | 0.000 | 26.176  | -3.05  |
| 10291   |           | 6.000 | 2.730 | 10.462  | -3.03  |
| 10292   |           | 6.000 | 2.730 | 10.462  | -3.03  |
| 201     | Джурин    | 0.000 | 0.000 | 98.526  | -6.13  |
| 202     | Березівка | 0.000 | 0.000 | 98.056  | -6.27  |
| 203     | Чернівці  | 0.000 | 0.000 | 99.838  | -5.73  |
| 102011  |           | 4.250 | 2.060 | 9.085   | -9.65  |
| 102012  |           | 4.250 | 2.060 | 9.085   | -9.65  |
| 102021  |           | 2.850 | 1.300 | 9.026   | -10.05 |
| 102022  |           | 2.850 | 1.300 | 9.026   | -10.05 |
| 102031  |           | 3.700 | 2.000 | 9.013   | -10.52 |
| 102032  |           | 3.700 | 2.000 | 9.013   | -10.52 |

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВІТКИ

| N початку | N кінця | Rп, МВт | Qп, МВАр | Rк, МВт | Qк, МВАр | dP, МВт | dQ, МВАр | I, кА  | dU, кВ |
|-----------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--------|--------|
| 100       | 115     | 10.152  | 4.529    | 10.132  | 4.484    | 0.020   | 0.045    | 0.053  | 0.400  |
| 115       | 116     | 7.309   | 3.802    | 7.290   | 3.760    | 0.019   | 0.042    | 0.039  | 0.530  |
| 116       | 102     | 7.290   | 4.524    | 7.275   | 4.497    | 0.015   | 0.028    | 0.041  | 0.388  |
| 102       | 5       | 5.058   | 4.010    | 5.049   | 3.994    | 0.009   | 0.016    | 0.031  | 0.314  |
| 5         | 101     | -0.938  | -1.140   | -0.939  | -1.142   | 0.001   | 0.002    | -0.007 | -0.152 |
| 101       | 2       | -0.939  | -0.502   | -0.939  | -0.502   | 0.000   | 0.000    | -0.005 | -0.012 |
| 2         | 100     | -11.021 | -6.070   | -11.100 | -6.245   | 0.079   | 0.174    | -0.061 | -1.468 |
| 5         | 103     | -16.199 | -7.932   | -16.318 | -8.150   | 0.118   | 0.217    | -0.087 | -1.349 |
| 103       | 4       | 19.263  | 11.593   | 19.254  | 11.582   | 0.009   | 0.011    | 0.107  | 0.073  |
| 4         | 104     | 8.679   | 5.790    | 8.677   | 5.788    | 0.002   | 0.002    | 0.050  | 0.034  |
| 104       | 7       | 54.110  | 34.945   | 51.865  | 30.839   | 2.236   | 4.089    | 0.308  | 7.709  |
| 7         | 8       | 49.144  | 29.996   | 48.288  | 28.429   | 0.853   | 1.560    | 0.294  | 3.102  |
| 8         | 105     | 32.198  | 20.271   | 32.072  | 20.041   | 0.125   | 0.229    | 0.199  | 0.681  |
| 105       | 9       | 32.072  | 20.332   | 31.648  | 19.718   | 0.422   | 0.611    | 0.200  | 2.022  |
| 9         | 13      | -8.878  | -3.721   | -8.914  | -3.773   | 0.036   | 0.052    | -0.052 | -0.615 |
| 13        | 14      | -11.835 | -4.898   | -11.905 | -4.999   | 0.069   | 0.100    | -0.068 | -0.900 |
| 14        | 107     | -15.231 | -6.690   | -15.249 | -6.716   | 0.018   | 0.026    | -0.088 | -0.179 |
| 107       | 16      | -18.073 | -8.083   | -18.166 | -8.217   | 0.092   | 0.134    | -0.105 | -0.793 |
| 16        | 18      | -30.172 | -15.516  | -30.541 | -16.191  | 0.368   | 0.672    | -0.178 | -2.129 |
| 18        | 19      | -32.858 | -16.970  | -33.212 | -17.484  | 0.353   | 0.512    | -0.191 | -1.699 |
| 19        | 20      | -37.146 | -19.652  | -37.977 | -20.855  | 0.827   | 1.197    | -0.213 | -3.555 |
| 20        | 109     | -42.010 | -23.083  | -42.232 | -23.350  | 0.221   | 0.266    | -0.236 | -0.793 |
| 109       | 300     | -42.232 | -22.930  | -43.069 | -24.141  | 0.833   | 1.207    | -0.235 | -3.241 |
| 104       | 200     | -45.433 | -28.350  | -45.528 | -28.524  | 0.095   | 0.174    | -0.256 | -0.390 |
| 103       | 200     | -35.581 | -19.187  | -35.636 | -19.286  | 0.054   | 0.099    | -0.193 | -0.283 |
| 5         | 5551    | 2.662   | 1.685    | 2.658   | 1.586    | 0.004   | 0.099    | 0.015  | 2.154  |
| 5551      | 3551    | 1.703   | 0.756    | 1.702   | 0.756    | 0.001   | 0.000    | 0.009  | 0.078  |
| 3551      | 3552    | 1.702   | 0.756    | 1.702   | 0.756    | 0.000   | 0.000    | 0.028  | 0.000  |
| 5552      | 3552    | -1.701  | -0.742   | -1.702  | -0.756   | 0.001   | 0.014    | -0.009 | -0.425 |
| 5         | 5552    | 5.160   | 3.306    | 5.153   | 3.066    | 0.007   | 0.239    | 0.030  | 2.673  |
| 5552      | 1052    | 6.854   | 3.808    | 6.841   | 3.808    | 0.013   | 0.000    | 0.040  | 0.160  |
| 1052      | 1051    | 6.841   | 3.808    | 6.841   | 3.808    | 0.000   | 0.000    | 0.417  | 0.001  |
| 5551      | 1051    | 0.955   | 0.830    | 0.954   | 0.819    | 0.001   | 0.010    | 0.006  | 0.670  |
| 26        | 2626261 | 1.860   | 0.947    | 1.858   | 0.901    | 0.002   | 0.046    | 0.010  | 1.304  |
| 2626261   | 35261   | 1.176   | 0.404    | 1.175   | 0.404    | 0.001   | 0.000    | 0.007  | 0.056  |
| 35261     | 35262   | 1.175   | 0.404    | 1.175   | 0.404    | 0.000   | 0.000    | 0.020  | 0.000  |
| 2626262   | 35262   | -1.175  | -0.397   | -1.175  | -0.404   | 0.000   | 0.007    | -0.007 | -0.256 |
| 26        | 2626262 | 3.650   | 1.883    | 3.647   | 1.769    | 0.003   | 0.113    | 0.020  | 1.635  |
| 2626262   | 10262   | 4.821   | 2.166    | 4.815   | 2.166    | 0.006   | 0.000    | 0.028  | 0.118  |
| 10262     | 10261   | 4.815   | 2.166    | 4.815   | 2.166    | 0.000   | 0.000    | 0.294  | 0.000  |
| 2626261   | 10261   | 0.682   | 0.497    | 0.682   | 0.492    | 0.000   | 0.005    | 0.004  | 0.435  |
| 27        | 2727271 | 3.281   | 1.711    | 3.278   | 1.620    | 0.003   | 0.090    | 0.018  | 1.464  |
| 2727271   | 35271   | -1.528  | -0.576   | -1.528  | -0.588   | 0.001   | 0.012    | -0.009 | -0.354 |
| 35271     | 35272   | -1.528  | -0.588   | -1.528  | -0.588   | 0.000   | 0.000    | -0.026 | -0.000 |
| 2727272   | 35272   | 1.529   | 0.588    | 1.528   | 0.588    | 0.000   | 0.000    | 0.009  | 0.020  |
| 27        | 2727272 | 3.728   | 2.062    | 3.726   | 1.989    | 0.002   | 0.073    | 0.021  | 1.066  |
| 2727272   | 6272    | 2.197   | 1.401    | 2.196   | 1.382    | 0.001   | 0.019    | 0.014  | 0.495  |
| 6272      | 6271    | -1.301  | -0.407   | -1.301  | -0.407   | 0.000   | 0.000    | -0.126 | -0.000 |
| 2727271   | 6271    | 4.806   | 2.196    | 4.799   | 2.196    | 0.006   | 0.000    | 0.028  | 0.117  |
| 300       | 21      | 26.210  | 11.286   | 26.025  | 11.017   | 0.185   | 0.267    | 0.136  | 1.172  |
| 21        | 22      | 24.813  | 11.168   | 24.302  | 10.428   | 0.509   | 0.737    | 0.131  | 3.404  |
| 22        | 110     | 5.198   | 0.212    | 5.189   | 0.200    | 0.009   | 0.012    | 0.026  | 0.209  |
| 110       | 111     | 5.189   | 0.536    | 5.188   | 0.534    | 0.001   | 0.002    | 0.026  | 0.030  |
| 111       | 23      | 5.188   | 0.698    | 5.184   | 0.693    | 0.003   | 0.005    | 0.026  | 0.095  |
| 23        | 112     | 2.364   | -0.673   | 2.362   | -0.675   | 0.001   | 0.002    | 0.012  | 0.036  |
| 112       | 26      | -3.786  | -4.239   | -3.792  | -4.249   | 0.006   | 0.009    | -0.028 | -0.232 |
| 26        | 114     | -7.566  | -5.042   | -7.589  | -5.094   | 0.023   | 0.051    | -0.045 | -0.621 |



|         |         |         |         |         |         |       |       |        |        |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|
| 114     | 27      | -19.738 | -10.490 | -19.756 | -10.529 | 0.017 | 0.038 | -0.110 | -0.178 |
| 27      | 113     | -26.826 | -14.583 | -26.858 | -14.655 | 0.032 | 0.072 | -0.150 | -0.245 |
| 113     | 28      | -42.835 | -23.918 | -43.098 | -24.502 | 0.262 | 0.582 | -0.241 | -1.251 |
| 28      | 100     | -48.652 | -28.161 | -49.226 | -29.435 | 0.572 | 1.269 | -0.273 | -2.419 |
| 113     | 26      | 15.977  | 9.854   | 15.895  | 9.673   | 0.081 | 0.180 | 0.092  | 1.044  |
| 202     | 102021  | 2.864   | 1.542   | 2.848   | 1.299   | 0.016 | 0.242 | 0.019  | 4.552  |
| 202     | 102022  | 2.864   | 1.542   | 2.848   | 1.299   | 0.016 | 0.242 | 0.019  | 4.552  |
| 201     | 102011  | 4.266   | 2.402   | 4.247   | 2.059   | 0.019 | 0.342 | 0.029  | 4.321  |
| 201     | 102012  | 4.266   | 2.402   | 4.247   | 2.059   | 0.019 | 0.342 | 0.029  | 4.321  |
| 203     | 102031  | 3.727   | 2.438   | 3.698   | 1.999   | 0.029 | 0.437 | 0.026  | 6.689  |
| 203     | 102032  | 3.727   | 2.438   | 3.698   | 1.999   | 0.029 | 0.437 | 0.026  | 6.689  |
| 10      | 10101   | 3.318   | 1.998   | 3.298   | 1.689   | 0.020 | 0.307 | 0.022  | 5.271  |
| 9       | 9991    | 3.117   | 1.797   | 3.107   | 1.544   | 0.010 | 0.253 | 0.019  | 4.447  |
| 9991    | 3591    | -0.000  | -0.000  | -0.000  | -0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 9991    | 1091    | 3.107   | 1.544   | 3.098   | 1.409   | 0.009 | 0.134 | 0.018  | 2.566  |
| 8       | 8881    | 8.006   | 4.011   | 8.000   | 3.780   | 0.005 | 0.229 | 0.047  | 1.462  |
| 8881    | 2781    | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 8881    | 1081    | 8.000   | 3.780   | 7.995   | 3.638   | 0.005 | 0.142 | 0.047  | 0.927  |
| 8       | 8882    | 8.006   | 4.011   | 8.000   | 3.780   | 0.005 | 0.229 | 0.047  | 1.462  |
| 8882    | 2782    | 0.000   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 8882    | 1082    | 8.000   | 3.780   | 7.995   | 3.638   | 0.005 | 0.142 | 0.047  | 0.927  |
| 7       | 1071    | 2.710   | 1.706   | 2.698   | 1.529   | 0.012 | 0.176 | 0.016  | 3.876  |
| 1       | 1011    | 2.809   | 1.671   | 2.798   | 1.509   | 0.011 | 0.162 | 0.016  | 3.417  |
| 4       | 1042    | 5.253   | 2.671   | 5.247   | 2.538   | 0.006 | 0.132 | 0.028  | 1.345  |
| 4       | 1041    | 5.253   | 2.671   | 5.247   | 2.538   | 0.006 | 0.132 | 0.028  | 1.345  |
| 2       | 2221    | 5.010   | 3.047   | 5.004   | 2.828   | 0.007 | 0.218 | 0.028  | 2.467  |
| 2221    | 3521    | -0.000  | -0.000  | -0.000  | -0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2221    | 1021    | 5.004   | 2.828   | 4.997   | 2.828   | 0.007 | 0.000 | 0.029  | 0.117  |
| 2       | 2222    | 5.010   | 3.047   | 5.004   | 2.828   | 0.007 | 0.218 | 0.028  | 2.467  |
| 2222    | 3522    | -0.000  | -0.000  | -0.000  | -0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2222    | 1022    | 5.004   | 2.828   | 4.997   | 2.828   | 0.007 | 0.000 | 0.029  | 0.117  |
| 5       | 6       | 14.311  | 9.790   | 14.097  | 9.481   | 0.213 | 0.309 | 0.084  | 2.428  |
| 6       | 6661    | 7.004   | 4.814   | 7.000   | 4.631   | 0.004 | 0.183 | 0.042  | 1.515  |
| 107     | 15      | 2.824   | 1.719   | 2.822   | 1.716   | 0.002 | 0.003 | 0.017  | 0.120  |
| 102     | 3       | 2.218   | 1.144   | 2.217   | 1.143   | 0.001 | 0.001 | 0.012  | 0.051  |
| 3       | 1031    | 2.205   | 1.165   | 2.199   | 1.069   | 0.006 | 0.095 | 0.012  | 2.451  |
| 14      | 10141   | 3.316   | 1.966   | 3.298   | 1.689   | 0.018 | 0.276 | 0.020  | 4.795  |
| 21      | 10211   | 1.205   | 0.751   | 1.199   | 0.680   | 0.006 | 0.071 | 0.007  | 3.645  |
| 13      | 10131   | 2.912   | 1.609   | 2.898   | 1.399   | 0.014 | 0.209 | 0.018  | 4.034  |
| 22      | 2222221 | 9.520   | 5.391   | 9.507   | 4.901   | 0.013 | 0.489 | 0.054  | 2.800  |
| 2222221 | 35221   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000   | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2222221 | 10221   | 9.507   | 4.901   | 9.494   | 4.597   | 0.013 | 0.302 | 0.054  | 1.779  |
| 22      | 2222222 | 9.520   | 5.391   | 9.507   | 4.901   | 0.013 | 0.489 | 0.054  | 2.800  |
| 2222222 | 35222   | -0.000  | -0.000  | -0.000  | -0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2222222 | 10222   | 9.507   | 4.901   | 9.494   | 4.597   | 0.013 | 0.302 | 0.054  | 1.779  |
| 9       | 106     | 37.397  | 22.368  | 36.432  | 20.970  | 0.961 | 1.392 | 0.234  | 3.913  |
| 106     | 10      | 36.432  | 21.283  | 36.430  | 21.279  | 0.002 | 0.004 | 0.235  | 0.011  |
| 10      | 11      | 33.102  | 19.438  | 32.556  | 18.647  | 0.544 | 0.788 | 0.214  | 2.432  |
| 23      | 10231   | 2.810   | 1.600   | 2.798   | 1.429   | 0.011 | 0.170 | 0.016  | 3.532  |
| 11      | 12      | 6.275   | 3.931   | 6.263   | 3.914   | 0.012 | 0.017 | 0.042  | 0.273  |
| 112     | 24      | 6.148   | 4.027   | 6.142   | 4.019   | 0.006 | 0.008 | 0.036  | 0.145  |
| 24      | 10241   | 6.127   | 4.012   | 6.096   | 3.458   | 0.030 | 0.552 | 0.036  | 5.414  |
| 12      | 1212121 | 6.247   | 3.934   | 6.219   | 3.173   | 0.028 | 0.758 | 0.042  | 6.660  |
| 15      | 10151   | 2.812   | 1.796   | 2.798   | 1.589   | 0.014 | 0.206 | 0.018  | 4.322  |
| 6661    | 2761    | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 6661    | 1061    | 7.000   | 4.631   | 6.996   | 4.517   | 0.004 | 0.113 | 0.042  | 0.956  |
| 6       | 6662    | 7.004   | 4.814   | 7.000   | 4.631   | 0.004 | 0.183 | 0.042  | 1.515  |
| 6662    | 2762    | 0.000   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 6662    | 1062    | 7.000   | 4.631   | 6.996   | 4.517   | 0.004 | 0.113 | 0.042  | 0.956  |
| 115     | 1       | 2.823   | 1.604   | 2.821   | 1.602   | 0.002 | 0.002 | 0.016  | 0.098  |
| 20      | 10201   | 4.022   | 2.642   | 3.997   | 2.269   | 0.025 | 0.372 | 0.024  | 5.601  |
| 1212121 | 35121   | 0.000   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000  |
| 1212121 | 10121   | 6.219   | 3.173   | 6.196   | 2.818   | 0.023 | 0.353 | 0.038  | 3.580  |
| 19      | 10191   | 3.923   | 2.697   | 3.898   | 2.309   | 0.026 | 0.387 | 0.024  | 5.977  |
| 18      | 10181   | 2.307   | 1.230   | 2.299   | 1.109   | 0.008 | 0.120 | 0.013  | 2.900  |
| 16      | 108     | 6.467   | 3.879   | 6.466   | 3.879   | 0.001 | 0.001 | 0.040  | 0.013  |
| 108     | 17      | 6.466   | 3.966   | 6.461   | 3.957   | 0.005 | 0.009 | 0.040  | 0.132  |
| 17      | 1717171 | 6.443   | 3.928   | 6.417   | 3.254   | 0.025 | 0.672 | 0.040  | 5.833  |
| 1717171 | 35171   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000   | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 1717171 | 10171   | 6.417   | 3.254   | 6.396   | 2.918   | 0.021 | 0.334 | 0.037  | 3.253  |
| 16      | 10161   | 5.525   | 3.808   | 5.497   | 3.288   | 0.029 | 0.517 | 0.035  | 5.550  |
| 11      | 10111   | 4.132   | 2.614   | 4.097   | 2.099   | 0.034 | 0.513 | 0.028  | 7.074  |
| 11      | 203     | 22.141  | 12.537  | 21.928  | 12.228  | 0.213 | 0.308 | 0.145  | 1.400  |
| 28      | 2828281 | 5.532   | 4.004   | 5.514   | 3.532   | 0.017 | 0.470 | 0.033  | 5.141  |
| 2828281 | 35281   | -0.000  | 0.000   | -0.000  | 0.000   | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| 2828281 | 10281   | 5.514   | 3.532   | 5.497   | 3.258   | 0.017 | 0.273 | 0.033  | 3.091  |
| 203     | 201     | 14.458  | 7.671   | 14.320  | 7.471   | 0.137 | 0.199 | 0.094  | 1.376  |
| 201     | 202     | 5.765   | 2.993   | 5.745   | 2.964   | 0.020 | 0.029 | 0.038  | 0.495  |
| 114     | 29      | 12.149  | 6.171   | 12.114  | 6.093   | 0.035 | 0.077 | 0.067  | 0.578  |

|         |         |        |        |        |        |       |       |        |       |
|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|
| 29      | 2929292 | 6.007  | 2.911  | 6.002  | 2.728  | 0.005 | 0.182 | 0.033  | 1.550 |
| 2929292 | 27292   | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000 |
| 2929292 | 10292   | 6.002  | 2.728  | 5.996  | 2.728  | 0.006 | 0.000 | 0.035  | 0.082 |
| 29      | 2929291 | 6.007  | 2.911  | 6.002  | 2.728  | 0.005 | 0.182 | 0.033  | 1.550 |
| 2929291 | 27291   | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000  | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.000 |
| 2929291 | 10291   | 6.002  | 2.728  | 5.996  | 2.728  | 0.006 | 0.000 | 0.035  | 0.082 |
| 26      | 25      | 14.109 | 8.481  | 14.095 | 8.460  | 0.014 | 0.020 | 0.082  | 0.161 |
| 25      | 2525252 | 7.004  | 4.057  | 7.000  | 3.888  | 0.004 | 0.168 | 0.040  | 1.321 |
| 2525252 | 10252   | 7.000  | 3.888  | 6.996  | 3.778  | 0.004 | 0.110 | 0.041  | 0.862 |
| 2525252 | 27252   | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000 |
| 25      | 2525251 | 7.004  | 4.057  | 7.000  | 3.888  | 0.004 | 0.168 | 0.040  | 1.321 |
| 2525251 | 10251   | 7.000  | 3.888  | 6.996  | 3.778  | 0.004 | 0.110 | 0.041  | 0.862 |
| 2525251 | 27251   | 0.000  | -0.000 | 0.000  | -0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.000 |

---

**Таблиця 3 - Основні технічні параметри залізобетонних опор  
для ПЛ напругою до 1000В.**

| Марки проводів і їхній переріз, мм | Висота<br>опори, м | Маса<br>стійки, кг |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Проміжні опори                     |                    |                    |
| A-3x95+2x50+1x35; Ж-4x4            | 9,25               | 907,5              |
| A-3x95+2x50+1x35; Ж-2x4            | 10                 | 1020               |
| A-3x95+2x50+1x35; Ж-4x4            | 11                 | 1132,5             |
| A-3x35;Ж-4x4                       | 8,35               | 790                |
| A-3x35;Ж-2x4                       | 9,1                | 865                |
| A-3x35;Ж-4x4                       | 10,1               | 1020               |
| Кутові опори                       |                    |                    |
| A-3x95+2x50+1x35; Ж-4x4            | 9,25               | 1492,5             |
| A-3x95+2x50+1x35; Ж-2x4            | 10                 | 1655               |
| A-3x95+2x50+1x35; Ж-4x4            | 11                 | 1855               |
| A-3x35;Ж-4x4                       | 8,35               | 1322,5             |
| A-3x35;Ж-2x4                       | 9,1                | 1217,5             |
| A-3x35;Ж-4x4                       | 10,1               | 1652,5             |
| Відгалужені опори                  |                    |                    |
| A-3x95+2x50+1x35; Ж-4x4            | 9,25               | 1475               |
| A-3x95+2x50+1x35; Ж-2x4            | 10                 | 1565               |
| A-3x95+2x50+1x35; Ж-4x4            | 11                 | 1820               |
| A-3x35;Ж-4x4                       | 8,35               | 1320               |
| A-3x35;Ж-2x4                       | 9,1                | 1217,5             |
| A-3x35;Ж-4x4                       | 10,1               | 1565               |
| Проміжні опори                     |                    |                    |
| A-3x70+1x35                        | 9,1                | 915                |
| A-3x70+4x35+1x16                   | 8,2                | 810                |
| A-3x70+4x35+1x16                   | 9,7                | 967,3              |
| Відгалужені опори                  |                    |                    |
| A-3x70+1x35                        | 8                  | 900                |
| A-3x70+1x35                        | 9,5                | 1077,5             |
| A-3x70+4x35+1x16                   | 9                  | 1032,5             |
| A-3x70+4x35+1x16                   | 10,5               | 1435               |
| Кутові опори                       |                    |                    |
| A-3x70+1x35                        | 7,6                | 1027               |
| A-3x70+1x35                        | 9,1                | 1220               |
| A-3x70+4x35+1x16                   | 8,4                | 1317,5             |
| A-3x70+1x35+1x16                   | 9,7                | 1567,5             |

Таблиця 4 - Розміри опор з віброваного попередньо напруженого залізобетону

| Опора                                               | Глибина установки опори в ґрунт, мм | Відстань від землі до траверси, мм | Відстань від землі до проводів, мм | Відстань між проводами на траверсі, мм |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|
| Проміжна                                            | 2200                                | 8800                               | 9100                               | 1250                                   |
| Кутова проміжна (кут до 45° з відтягненням)         | 1795                                | 7905                               | 8100                               | 2000                                   |
| Анкерна (з відтягненням)                            | 1915                                | 7905                               | 8100                               | 2250                                   |
| Кутова анкерна (кут до 90° з відтягненням)          | 1915                                | 7905                               | 8100                               | 2500                                   |
| Кінцева (з відтягненням)                            | 1915                                | 7905                               | 8100                               | 2500                                   |
| Відгалужена анкерна                                 | 1915                                | 7535                               | 7730                               | 2500                                   |
| Перехідна (підвищена)                               | 3000                                | 12135                              | 12330                              | 1800                                   |
| Кутова проміжна А-подібна (на кут 45°)              | 1600                                | 7705                               | 7900                               | 2000                                   |
| Анкерна А-подібна                                   | 1600                                | 7600                               | 7900                               | 1800                                   |
| Кінцева А-подібна                                   | 1600                                | 7705                               | 7900                               | 1800                                   |
| Кутова анкерна А-подібна до 90° з підставною опорою | 1600                                | 7705                               | 7900                               | 2500                                   |
| Кінцева з роз'єднувачем ( А-подібна)                | 1600                                | -                                  | 6500                               | 1800                                   |

Примітка: Відстань від оголовка до траверси для всіх опор - 1300мм, від траверси до рами роз'єднувача у кінцевій ( А-подібної) опори з роз'єднувачем - 1400мм.

Таблиця 5 - Номенклатура показників якості ізоляторів

| Найменування показника якості                                                                                                                                            | Позначення показника якості | Найменування характеризуваної властивості              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                        | 2                           | 3                                                      |
| <b>1. Показники призначення</b>                                                                                                                                          |                             |                                                        |
| 1.1. Механічна (електромеханічна) руйнуюча сила ізолятора, кН                                                                                                            | F                           | Механічна міцність                                     |
| 1.2. Механічна руйнуюча сила залишку ізолятора, кН                                                                                                                       | F <sub>ост</sub>            | Механічна міцність                                     |
| 1.3. Пробивна напруга частотою 50 Гц, кВ                                                                                                                                 | U <sub>пр</sub>             | Електрична міцність тіла ізолятора                     |
| 1.4. Імпульсна напруга, що витримується, з формою хвилі 1,2/50 мкс, кВ                                                                                                   | U <sub>кн</sub>             | Електрична міцність по поверхні ізолятора              |
| 1.5. Напруга, що витримується, частотою 50 Гц в сухому стані, кВ                                                                                                         | U <sub>вс</sub>             | Те ж                                                   |
| 1.6. Напруга, що витримується, частотою 50 Гц під дощем, кВ                                                                                                              | U <sub>вд</sub>             | Те ж                                                   |
| 1.7. Допустиме напруження при нормованому рівні радіоперешкод, кВ (припустимий рівень радіоперешкод при нормованій напрузі, дБ)                                          | U <sub>р</sub>              | -                                                      |
| 1.8. Испитова електрична напруга, кВ                                                                                                                                     | U <sub>ис</sub>             | Електрична міцність                                    |
| 1.9. Розрядні градієнти (за будівельною висотою або довжиною шляху витoku) забруднених і зволжених ізоляторів, застосовуваних у районах із забрудненою атмосферою, кВ/см | E <sub>г</sub>              | Електрична міцність по поверхні забруднених ізоляторів |
| 1.10. Електричний опір, МОм                                                                                                                                              | R                           | -                                                      |
| 1.11. Термостійкість                                                                                                                                                     | -                           | Стійкість до перепаду температури                      |
| 1.12. Термомеханічна міцність                                                                                                                                            | -                           | Механічна міцність при граничних значеннях температури |
| 1.13. Будівельна висота, мм                                                                                                                                              | H                           | -                                                      |
| 1.14. Діаметр, мм                                                                                                                                                        | D                           | -                                                      |
| 1.15. Довжина шляху витoku, мм                                                                                                                                           | L                           | -                                                      |
| <b>2. Показники економічного використання сировини, матеріалів, палива й енергії</b>                                                                                     |                             |                                                        |
| Маса, кг                                                                                                                                                                 | m                           | Економічність витрати матеріалу                        |
| <b>3. Показники надійності</b>                                                                                                                                           |                             |                                                        |
| 3.1. Показники безвідмовності                                                                                                                                            |                             |                                                        |
| 3.1.1. Імовірність безвідмовної роботи                                                                                                                                   | P(t)                        | Безвідмовність                                         |
| 3.1.2. Середньорічний рівень відмов, 1/рік                                                                                                                               | P                           | Те ж                                                   |
| 3.1.3. Середній наробіток до відмови, год                                                                                                                                | -                           | Те ж                                                   |

Продовження табл. 5.

| 1                                                               | 2                | 3                                                             |
|-----------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>4. Показники технологічності</b>                             |                  |                                                               |
| 4.1. Питома матеріалоємність, кг/кН, кг/мм                      | m                | -                                                             |
| 4.2. Енергоємність                                              | Э                | Витрати палива й енергії на технологічні процеси виготовлення |
| <b>5. Патентно-правові показники</b>                            |                  |                                                               |
| 5.1. Показники патентної чистоти                                | Пп. <sub>ч</sub> | -                                                             |
| <b>6. Показники однорідності</b>                                |                  |                                                               |
| 6.1. Середнє квадратичне відхилення основного параметра, кН, кВ | $\sigma$         | Однорідність                                                  |
| 6.2. Вихід придатних ізоляторів при суцільному контролі, %      | -                | Те ж                                                          |
| <b>7. Економічні показники</b>                                  |                  |                                                               |
| 7.1. Собівартість                                               | C                | Економічність виготовлення                                    |
| 7.2. Оптова ціна                                                | Ц <sub>опт</sub> | -                                                             |