

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний

(факультет)

Кафедра Електроенергетики

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Левицького Юрія Олександровича

(ПІБ)

академічної групи 141М-21-1

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Реконструкція системи електропостачання житлового мікрорайону м. Дніпра

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:	Луценко І.М.			
Технологічний	Луценко І.М.			
Спеціальний	Луценко І.М.			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

електроенергетики

(повна назва)

Папаїка Ю.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » 2022 року**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу

ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Левицькому Юрію Олександровичу академічної групи 141М-21-1
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(офіційна назва)на тему Реконструкція системи електропостачання житлового мікрорайону м.Дніпра,
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 13.09.2022р. № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Загальні підходи до систем електропостачання. Технічне завдання на проектування	
Спеціальний	Розрахунок енергоспоживання мікрорайону, вибір обладнання	
Економічний	Розрахунок техніко-економічних показників проекту	

Завдання видано _____

(підпис керівника)

Луценко І.М.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

15.12.2022

Прийнято до виконання _____

(підпис студента)

Левицький Ю.О.

(прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка містить 88 сторінок, 16 таблиць, 4 рисунки, 11 джерел.

Об'єкт дослідження: розподільча мережа мікрорайону міста 6/0,4 кВ

Мета роботи: реконструкція електрообладнання трансформаторної підстанції 6/0,4 кВ, кабельних та повітряних ліній для підвищення надійності енергопостачання споживачів.

У технологічному розділі були розглянуті загальні підходи до проектування систем електропостачання міст, категорії надійності електропостачання споживачів міст та вимоги до системи електропостачання, нормативне забезпечення проектування об'єктів цивільних будівель і споруд та технічне завдання на проектування.

В спеціальному розділі розраховано електричне навантаження споживачів і відповідно до нього обране обладнання, а саме: силові трансформатори, вимикачі, кабельні та повітряні лінії, трансформатори струму. Також була обрана система обліку АСКОЕ.

В економічному розділі розраховано капітальні та експлуатаційні витрати пов'язані з впровадженням проектних рішень, а також проведено розрахунок річної економії від впровадження науково-технічного рішення.

Основне значення проекту полягає в підвищенні надійності електропостачання споживачів даного мікрорайону.

Зміст

Вступ.....	6
1 Технологічний розділ.....	8
1.1 Загальні підходи до проектування систем електропостачання міст...8	
1.2 Категорії надійності електропостачання споживачів міст та вимоги до системи електропостачання.....	10
1.3 Нормативне забезпечення проектування об'єктів цивільних будівель і споруд.....	15
1.4 Сучасний стан системи електропостачання.....	17
1.5 Технічне завдання на проектування.....	19
2 Спеціальний розділ.....	24
2.1 Характеристика споживачів мікрорайону міста Дніпро.....	24
2.2 Розрахунок електричних навантажень споживачів.....	25
2.3 Вибір силових трансформаторів для ТП-46.....	32
2.4 Розрахунок струмів КЗ.....	33
2.5 Вибір кабельної лінії 6 кВ.....	38
2.6 Вибір високовольтних вимикачів.....	41
2.7 Вибір ввідних вимикачів 0,4 кВ.....	44
2.8 Вибір захисних апаратів і провідників окремих споживачів.....	46
2.9 Вибір вимірювальних трансформаторів струму.....	66
2.10 Вибір системи АСКОЕ.....	68
3 Економічна частина.....	72
3.1 Вступ.....	72

3.2 Розрахунок капітальних витрат.....	73
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	77
3.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	77
3.3.2 Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт.....	79
3.3.3 Визначення інших витрат.....	79
3.4. Розрахунок річної економії від впровадження науково-технічного рішення.....	80
3.5. Визначення та аналіз показників економічної ефективності.....	80
3.6 Висновки до розділу.....	83
Висновки.....	85
Перелік посилань.....	86
ДОДАТОК А.....	87
ДОДАТОК.....	88

Вступ

Зараз закони зобов'язують враховувати параметри енергоефективності при ремонті, або проектуванні нових будівель. Завдяки таким законам як "закон України про енергетичну ефективність будівель"

Актуальність даної теми полягає в тому, що у зв'язку із стрімким економічним та технологічним розвитком, системи енергопостачання, які розраховувались і були актуальні у минулому столітті, все частіше перестають задовольняти споживачів (споживання значно зросло), і більш часто вони не відповідають правилам безпечного користування електричної енергії.

Проектом передбачається:

- аналіз споживачів мікрорайону;
- розрахунок електричних навантажень згідно ДБН;
- вибір силових трансформаторів;
- розрахунок струмів КЗ;
- вибір високовольтних вимикачів;
- вибір кабельної лінії 6 кВ;
- вибір ввідних вимикачів на стороні $U_{ном}=0,4$ кВ;
- вибір секційного вимикача;
- вибір захисних апаратів і провідників окремих споживачів;
- вибір системи АСКОЕ.

В економічному розділі були розраховані:

- капітальні витрати на придбання необхідного обладнання та його монтаж;
- розраховано експлуатаційні витрати на забезпечення роботи та обслуговування об'єкту проектування;
- розрахунок річної економії.

Перелік скорочень

ТП – трансформаторна підстанція

ДБН – державні будівельні норми

РП – розподільчий пристрій

ВН – висока напруга

НН – низька напруга

КЗ – коротке замикання

ПУЕ – правила улаштування електроустановок

ДСТУ – державний стандарт України

ПЛ – повітряна лінія

КЛ – кабельна лінія

1 Технологічний розділ

1.1 Загальні підходи до проектування систем електропостачання міст:

Міста є великими споживачами електроенергії, оскільки в них проживає не тільки велика частина населення, але і розташована також велика кількість промислових підприємств.

В залежності від розміру міста для живлення споживачів, розташованих на його території, повинна передбачатися відповідна система електропостачання. Система електропостачання охоплює всіх споживачів міста, включаючи промислові підприємства.

Малі міста часто розташовуються поблизу великих промислових підприємств, що мають самостійні системи електропостачання.

Забудова міст обумовлює необхідність відповідного розвитку розподільних електричних мереж. Для електропостачання основної маси споживачів використовується розподільна мережа напругою 6-10 кВ і мережа загального користування напругою 0,38 кВ.

Для міст характерне зростання електроспоживання, що вимагає систематичного розвитку електричних мереж. Зростання електроспоживання пов'язане не тільки із збільшенням кількості жителів і розвитком промисловості, але також з безперервним проникненням електричної енергії у всі сфери життєдіяльності населення. Зростає витрата електричної енергії на побутові потреби і комунальне господарство міст.

Через міські розподільні мережі в цей час передається до 40% енергії, що виробляється. Таким чином, мережі стають самостійною областю енергетики, і проблема їх раціональної споруди набуває певного народногосподарського значення.

Під системою електропостачання міста розуміється сукупність електричних мереж і трансформаторних підстанцій, розташованих на території міста і призначених для електропостачання його споживачів.

Система електропостачання міста являє собою сукупність електричних мереж всіх вживаних напружень. Вона включає електроснабжаючі мережі (лінії напруженням 35 кВ і вище, понижувальні підстанції 35-110/6-10 кВ), розподільні мережі (лінії напруженням 6-10 кВ і 0,4/0,23 кВ) і трансформаторні підстанції 6-10/0,4 кВ.

Основні показники системи визначаються місцевими умовами: розмірами міста, наявністю джерел живлення, характеристиками споживачів і т. п.

Міські електричні мережі напруженням 6-10 кВ характерні тим, що в будь-якому з мікрорайонів можуть виявитися споживачі всіх трьох категорій по надійності електропостачання. Природно, це вимагає і належної побудови схеми мережі.

У ПУЕ встановлений ряд вимог до конструкцій, розміщення, обладнання підстанцій. Відмітимо найбільш важливі з них. Підстанції не дозволяється вбудовувати в житлові будівлі, школи, лікарні, спальні корпуси санаторіїв. Оскільки трансформатори з масляним заповненням вибухонебезпечні, їх не дозволяється розміщувати під і над приміщеннями, в яких можуть знаходитися більше за 50 чоловік. При установці трансформаторів сухих або з негорючим наповнювачем дотримання цієї вимоги не обов'язкове.

Підстанції не допускається розміщувати під приміщеннями виробництв з мокрим технологічним процесом, душевими, уборними, ванними і т. д. Виключення можливі лише при перекриттях з монолітного бетону і надійної гідроізоляції. Необхідно застосовувати заходи захисту ТП від можливих

пошкоджень при розташуванні в безпосередній близькості від шляхів кранів і внутрішньоцехового транспорту.

Підвищенню надійності електропостачання споживачів сприяє застосування автоматизованих розімкнених схем мереж з резервуванням на стороні високого або низького напруження.

1.2 Категорії надійності електропостачання споживачів міст та вимоги до системи електропостачання

Для забезпечення надійності електропостачання електричні приймачі за ПУЕ поділяють на три категорії.

Перша категорія

Сюди відносять усі об'єкти-споживачі, порушення працездатності яких через відключення електроенергії може спричинити за собою травми або загибель людей, нанесення шкоди державній безпеці, зупинку систем життєзабезпечення населених пунктів, аварії ще більш серйозного масштабу або просто великі фінансові втрати. Щоб убезпечити усіх споживачів першої категорії, для них передбачаються альтернативні системи електроживлення та комунікацій, резервування генераторів та модулі автоматичного перемикачів – АВР (автоматичне введення резерву). Для об'єктів підвищеної важливості може передбачатися наявність навіть другого рівня резерву з власної захисною автоматикою та трифазним вводом. Найбільш поширені способи забезпечення необхідного рівня резервування – це монтаж додаткової локальної трансформаторної підстанції, встановлення потужної дизель-генераторної установки зі стаціонарним підключенням до загальної мережі за окремим каналом та обладнання досить потужного акумуляторного парку, здатного тривалий час підтримувати працездатність об'єкту.

Серед типових споживачів першої категорії можна назвати:

- підприємства нафтопереробної, хімічної та гірничодобувної галузей, а також інші небезпечні виробництва, де використовуються або витягаються отруйні або вибухонебезпечні речовини;
- ключові об'єкти сфери охорони здоров'я (пологові будинки, палати реанімації, амбулаторії з тяжко хворими і т.д.);
- адміністративні та державні установи, у чий владі знаходиться безпосередній контроль та всебічне управління надзвичайними ситуаціями;
- вузлові точки магістралей зв'язку, операторські та диспетчерські пункти, а також серверні, що забезпечують діяльність будь-якої із зазначених вище служб, систем або організацій;
- головні котельні, ТЕЦ та насосні станції першої категорії, зупинка яких може безпосередньо позначитися на усій інфраструктурі населеного пункту або його жителях;
- депо та підстанції міського електротранспорту;
- внутрішні аварійні комунікацій великих розважальних, торгівельних та офісних будівель – ліфти, пристрої охоронної та пожежної сигналізації, системи пожежогасіння тощо.

З огляду на максимально високий пріоритет об'єктів та споживачів з першої категорії перерва у їх електропостачанні не повинна перевищувати часу, необхідного на перепідключення систем. Зазвичай аварійний резервне джерело живлення вмикається за термін від декількох секунд до хвилини. При цьому світильники чергово-аварійного призначення повинні бути здатні пропрацювати той самий час на власних джерелах енергії – батареях або загальному зовнішньому акумуляторі низького вольтажу.

Особлива група першої категорії

Незважаючи на те, що у розглянутих далі об'єктів немає власної виділеної категорії, їх не можна у повній мірі відносити до жодної зі вже

наєвних. Мова йде про особливі системи, які дозволяють зупинити виробничий процес (а не підтримувати його) без шкоди для екології, підприємства та людських життів. Багато заводів працюють з речовинами та рівнями енергії, які при неправильному поводженні здатні спровокувати спалах або вибух, тобто спричинити масові жертви. При цьому людина не у змозі у ручному режимі за будь-якої злагожденості дій персоналу побороти стихію, а тому потребується втручання зовнішньої сили, якою й виступає електрика. Якраз для подібних випадків зазвичай й існує резерв другого рівня, тобто, якесь третє джерело живлення, потужності якого повинно бути цілком достатньо для коректної зупинки верстатів та агрегатів. Подібними незалежними джерелами можуть виступати невеликі власні електростанції, у тому числі, генераторні, а також великі системи акумуляторних батарей.

Чи не на кожному виробництві з різних причин може бути забезпечено резервування енергопостачання вищевказаним способом, проте вихід з аварійної ситуації повинен існувати. Для цього на заводах та фабриках прийнято передбачати так зване технологічне резервування, яке полягає у тому, що навантаження одного агрегату у разі аварійної ситуації у терміновому порядку повинен перейняти на себе інший. Якщо мова йде про підприємство зі складним виробничим циклом, у тому числі таке, де зупинка та запуск пов'язані з великими труднощами та фінансовими втратами, то тут намагаються передбачити пристрої підтримки безперервності роботи ключового обладнання, безпосередньо підживлені від першої та другої лінії резерву.

Друга категорія

Сюди включені об'єкти та споживачі, які не становлять суттєвої загрози при припинення своєї діяльності, проте так чи інакше впливають на подальше існування населеного пункту. У першу чергу до них відносяться усі місця великого скупчення людей – школи та ВНЗ, супермаркети, концертні зали, спортивні комплекси, ринки. При відключенні стельових світильників у таких

місцях можлива паніка, через що там має бути передбачене достатню аварійне освітлення. Зупинка касових апаратів у залах, безумовно, не є критичною, але істотно впливає на динаміку переміщення людських мас.

Також до другої категорії входять промислові підприємства, які не несуть небезпеки для населення та екології при різкій зупинці. Проте, сюди включають заводи та фабрики, для яких перебої з електрикою загрожують збоями у технологічному процесі, наслідком яких може стати масовий брак. Якщо продукція такого підприємства становить потенційну небезпеку у експлуатації через помилки у виготовленні, на них може бути передбачений один або навіть два рівня резерву, але це автоматично не включить їх до першої або особливої першої категорію.

Слід сказати, що до другої категорії електропостачання також належать установи медицини та охорони здоров'я, які не входять до першої категорії через специфіку своєї діяльності. Згідно з тим самим принципом, сюди включають і загальноміські системи життєзабезпечення – управління транспортом, зв'язком, комунальними послугами та ін. Базова відміна усіх цих організацій полягає у тому, що резервування живлення повинно бути забезпечене автоматикою. Введення резерву у даному випадку може бути здійснене персоналом вручну – і це не буде суперечити положенням ПУЕ.

Третя категорія

Тут об'єднані усі споживачі, які не ввійшли до перших двох категорій. Передбачається, що для них відключення електрики не пов'язане з матеріальним або фізичним збитком, не загрожує аварією більшого масштабу та не є критичним. Сюди відносять різні офіси та невиробничі організації, гаражі, житлові будинки, масиви та мікрорайони, дачні кооперативи та селища, дрібні цехові підприємства, які не працюють з небезпечними речовинами. Резерв електроживлення для них не є обов'язковим та залишається повністю на розсуд керівництва відповідно до того, яким є

безпосередній рід діяльності організації, або самих мешканців, які бажають убезпечити своє майно додатковою лінією живлення або застосуванням ДБЖ. За правилами, усунення наслідків зовнішньої аварії, яка впливає на можливість отримання електроживлення будь-яким з таких об'єктів, має тривати не більше за одну добу.

Слід розуміти, що поділ усіх споживачів на розглянуті групи є умовним. При цьому враховується велика кількість різних факторів, проводиться оцінка потенційних ризиків, визначаються найнадійніші варіанти систем резервування живлення та оптимізуються схеми підключення. Крім того, у обов'язковому порядку при укладанні договорів між компанією-постачальником електроенергії та споживачем повинні явно прописуватися терміни відновлення живлення на випадок аварії з відключенням, а також максимально допустима кількість годин відсутності електроживлення протягом календарного року.

Для об'єктів з першої та другої категорії гранична кількість годин відключення не є запропонованою зверху, а розраховується у індивідуальному порядку, з урахуванням специфіки діяльності, наявності систем резервування, можливості їх створення та інших факторів. Проте, ця величина не може бути більше, аніж значення для третьої категорії – тобто, 72 години на рік, й не більше 24 годин поспіль. При цьому у цей термін включають і той час, який потрібен відповідним службам на усунення неполадок у мережі та відновлення енергопостачання.

Політика поділу споживачів на категорії дозволяє ще на етапі планування комунікацій у населених пунктах розставити пріоритети та спроектувати окремі ділянки потрібним чином – підв'язати одні об'єкти та виключити інші. У даному випадку ставиться задача оптимізації загальної мережі з урахуванням експлуатаційних особливостей, суто кількісних технічних характеристик та вартісного фактору. Найбільш раціональне планування дозволяє підвищити надійність кожної гілки у загальній живлячій

магістралі, не вносячи додаткових ускладнень. Розбиття за категоріями гарантує не тільки правильну роботу трансформаторних підстанцій, але й простоту збирання розподільних щитків у житлових будинках. До уваги приймаються також простота обслуговування мереж та їх подальший ремонт. У глобальних масштабах усі розглянуті раніше заходи покликані забезпечити запобігання техногенним катастрофам, уникнути загибелі людей та нанесення істотного матеріального збитку або шкоди навколишньому середовищу.

1.3 Нормативне забезпечення проектування об'єктів цивільних будівель і споруд

Ескізний проект є попередньою стадією проектування, розробляється для визначення попередніх містобудівних, архітектурних, художніх та функціональних рішень об'єкта, техніко-економічних показників.

На цій стадії проводиться посадка будівлі на ділянку із урахуванням навколишньої забудови: протипожежних та побутових розривів, розташування інженерних мереж, орієнтації будівлі по сторонах світу.

Розробляються схематичні планувальні рішення, визначаються основні функціональні зони та зовнішній вигляд майбутньої будівлі.

За підсумком стадії ескізний проект ви отримуєте том із наступним складом:

- Вихідні дані
- Пояснювальна записка
- Попередні техніко-економічні показники
- Ситуаційна схема
- Схема генплану
- Плани поверхів
- Фасади

- Перспективи та фотомонтажі із урахуванням навколишньої забудови
- Схематичний розріз.

Проект є узгоджувальною стадією проектування.

Розробляється для визначення основних містобудівних, художніх, технічних, технологічних, інженерних рішень об'єкта, основних техніко-економічних показників та подається у лаконічній формі без деталізації.

Приблизний склад тому:

- Вихідні дані
- Загальна пояснювальна записка з описом рішень, прийнятих у проекті
- Техніко-економічні показники
- Генеральний план:
 1. схема організації рельєфу;
 2. план благоустрою та озеленення;
 3. схема транспортно-пішохідного руху (при необхідності);
 4. зведений план інженерних мереж (при необхідності).

Архітектурно-будівельні рішення:

- Фасади;
- поверхові плани;
- план покрівлі;
- розрізи;
- вузли огорожуючих конструкцій.

Рішення із інженерного забезпечення будівлі:

- принципіві схеми улаштування інженерного обладнання (холодного та гарячого водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, електроустаткування, автоматизації інженерного обладнання, пило та димовидалення, сміттєвидалення і т.п.).

Спеціальні розділи проекту (проект організації будівництва, оцінка впливу на навколишнє середовище, кошторисна документація тощо) виконуються за потребою в залежності від об'єкта.

На цій стадії проектування виконуються теплотехнічні розрахунки огорожуючих конструкцій із урахуванням вимог енергозбереження.

Робоча документація для будівництва розробляється для виконання будівельно-монтажних робіт і визначення кошторисної вартості будівництва.

Також робоча документація містить детальні опрацювання усієї будівлі: розробку рішень по улаштуванню вузлів, декоративних елементів, усунення "містків холоду", специфікації виробів і матеріалів, креслення на виготовлення нестандартних елементів та багато іншого.

Розробляється робоча документація для будівництва на підставі затвердженої попередньої стадії проектування.

1.4 Сучасний стан системи електропостачання

Характерні проблеми міських електричних мереж:

- обладнання підстанцій є застарілим;
- низька надійність комутаційної апаратури;
- встановлені трансформатори з високими значеннями втрат потужності;
- об'єкти мають підвищені експлуатаційні витрати.

Проблемні фактори, які характерні для закритих трансформаторних підстанцій:

- розвиток районів і зріст потужності підключених споживачів;
- функціонально й морально застаріле обладнання не відповідає сучасним нормам;
- недостатня уніфікація обладнання;
- підвищені експлуатаційні витрати.

Перед експлуатуючими та обслуговуючими організаціями електричної системи стоїть головна мета: безперебійне електропостачання споживачів якісною електроенергією.

Але масштабне старіння систем передачі і розподілу електроенергії, знос повітряних ліній електропередачі, яке посилюється впливом навколишнього середовища, особливо ожеледно-вітряна погода, які ведуть до масштабних пошкоджень, а в наслідок і відключень, заважають безперебійному та якісному постачанню.

Велика частина наявних кабельних ліній експлуатуються вже понад 25 років і як правило, це кабелі з паперовою просоченою ізоляцією. Що набагато гірше ніж силові кабелі, сучасного виконання, із зшитого поліетилену в поліетиленовій обмотці.

За останні роки, в перебігу двох десятиліть, відбулося масштабне старіння основних фондів електричних мереж, через недостатні обсяги інвестицій в мереживне будівництво, і модернізацію (реконструкцію), і технічне переозброєння електричних станцій і підстанцій.

Для запобігання старіння необхідно виконати певні зміни та покращення, наприклад:

- будувати нові трансформаторні підстанції з установкою більш потужних трансформаторів;
- проводити заміну звичайного дроту на самонесучий ізольований провід;
- проводити заміну старих кабельних ліній на кабельні лінії з ізоляцією зі зшитого поліетилену, що майже в 2 рази збільшує термін їх служби та ін.

Всі ці заходи допомагають збільшити термін служби електричних мереж, зменшити втрати в лініях електропередач і виконати зобов'язання перед споживачами.

1.5 Технічне завдання на проектування

Необхідність реконструкції ПЛ 6/0.4 кВ «ТП-46» з розташуванням ТП на вулиці Орловській міста Дніпро поблизу від центру навантажень диктується наступними обставинами:

- низькою надійністю електропостачання споживачів цього мікрорайону;
- високими втратами електричної енергії в розподільних мережах 0,4 кВ через недостатній переріз проводів;
- низькими рівнями напруги на виводах електроприймачів споживачів;
- поганим технічним станом устаткування ТП 6/0.4 кВ;
- необхідністю захисту устаткування ТП 6/0.4 кВ «ТП-46»;
- необхідність заміни залізобетонних опор через їх пошкодженість.

Траса нової ПЛ обрана з розрахунку мінімальних витрат кабельно-провідникової продукції, рівномірного розподілу навантаження, з дотриманням нормованого значення падіння напруги, що не перевищує 6% відповідно ГКД 34.20.175-2002.

Для розрахунку перетину жил КЛ і ПЛ 0,4 кВ по довготривалому струму приймаємо, що споживачі які проживають на вулицях передбачених проектом відповідають 3 рівню електрифікації, з максимальною дозволеною потужністю 30 кВт/житло, згідно ДБН В.2.5-23: 2010.

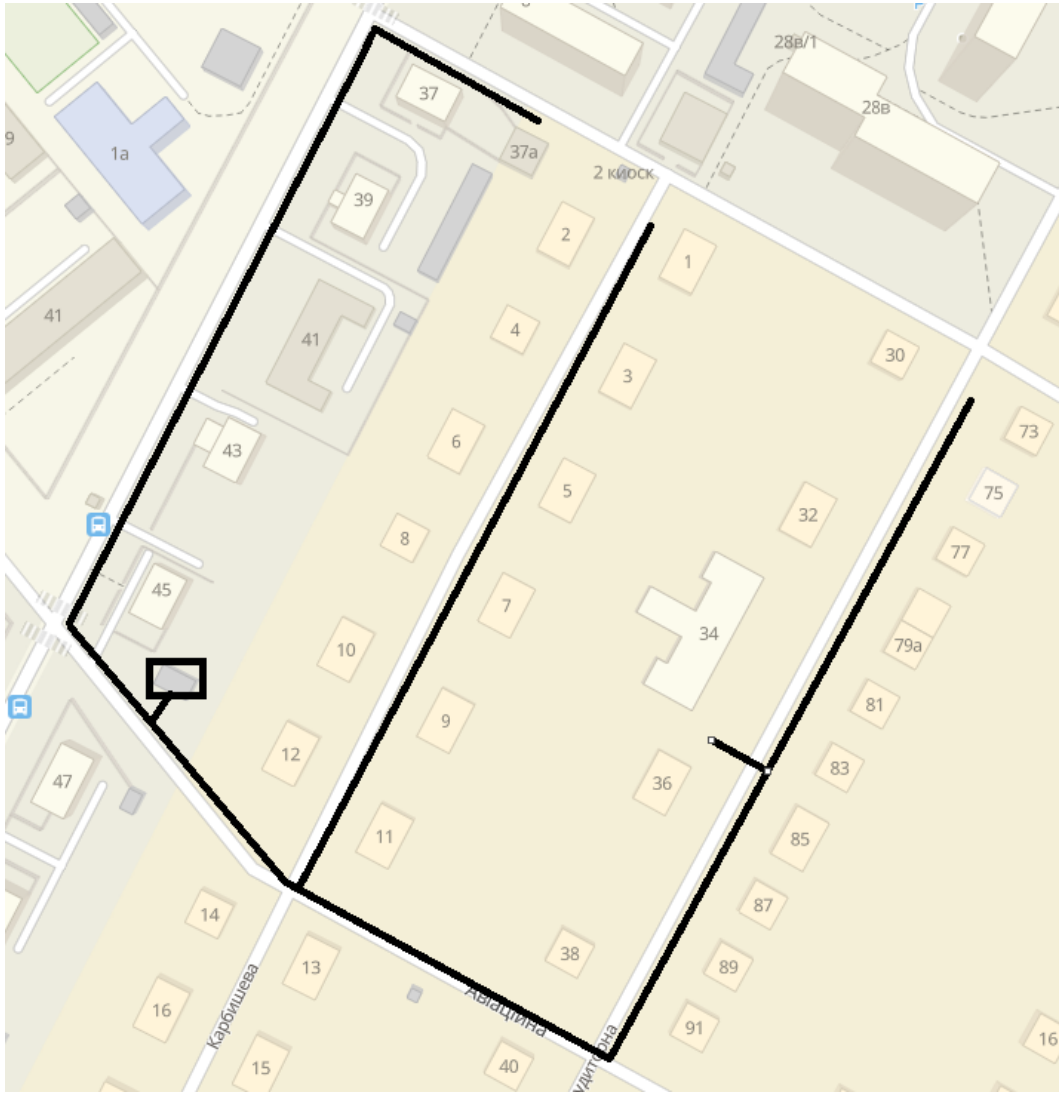


Рисунок 1.5.1 – Проектний план траси

Реконструкцією ПЛ-0,4 кВ ПЛ-1, ПЛ-2, ПЛ-3, ПЛ-4, ПЛ-5 від ТП-46 у м. Дніпропетровськ передбачено виконання:

- заміна силових трансформаторів;
- вибір комутаційного устаткування;
- монтаж проводів для повітряної лінії, перепідключення існуючих абонентів;
- прокладання КЛ від ТП-46 до опор.

Таблиця 1.5.1 – Виконання робіт

№	Найменування робіт
1	Демонтаж проводів для ПЛ-0,4 кВ
2	Демонтаж відгалужень від ПЛ-0,4 кВ до будівель
3	Улаштування відгалужень від ПЛ-0,4 кВ до будівель за допомогою механізмів
4	Підвішування проводів для ПЛ 0,4 кВ:
5	Монтаж кінцевих муфт для кабелю
6	Прокладання кабелю

Передбачається наступний порядок виконання робіт:

- Розчищення місця проведення робіт;
- Доставка матеріалів на трасу;
- Натяжка проводів

Технологічні операції з монтажу ПЛ

Технологічні операції по монтажу ПЛ в себе включають:

- розкочування проводів СП;
- з'єднання будівельних довжин СП;
- натягування та закріплення СП на опорах;
- з'єднання СП на відгалужувальних і анкерних опорах;
- приєднання СП до обладнання на ПЛ;

Монтаж СП рекомендується виконувати на анкерній ділянці довжиною не більше ніж 0,8 км у світлу пору доби.

Перед виконанням монтажу СП повинні бути закінчені такі роботи:

- установка опор з металоконструкціями;
- виконані контури повторних та грозозахисних заземлень та приєднанні до нижніх випусків опор в місцях призначених проектом;

- виконано улаштування пристроїв захисту інженерних споруд на переходах;
- траса розчищена від дерев та насаджень, які заважають монтажу СІП;
- доставлені барабани з СІП, арматура та інші матеріали, необхідні для проведення монтажу СІП.

Роботи по розкочуванню СІП виконують ланкою бригади в кількості п'яти чоловік. Для виконання робіт ланка ділиться на дві групи, які ведуть роботи паралельно. Перша ланка у кількості двох чоловік встановлює барабан з СІП на розкочувальний пристрій, друга встановлює розкочувальні ролики на опорах і вкладає в них розкочувальний трос.

Розкочування СІП виконується з розкочувального пристрою, який встановлюють на відстані 10-15 м від анкерної опори. З встановленого барабану змотується провід в сторону монтажу до кінцевої опори, перевіряється надійність кріплення барабану та плавність його обертання. Розкочування закінчується, коли кінець СІП зайде за анкерну опору в кінці анкерної ділянки, після цього кінець СІП спускають на землю. При встановленні натяжного затискача необхідно передбачити після нього запас проводу:

0,3 - 0,5 м – для кутових анкерних і анкерних опор;

0,06 - 0,1 м – для кінцевих опор;

1,5 - 2,5 – для кінцевих опор з кабельними муфтами;

5,5 м – для опор, на яких встановлюється щогловий рубильник або ящик секціонування.

Натягування СІП здійснюється за допомогою тягового механізму, який встановлюється за барабаном на продовженні осі ПЛ на відстані 20-25 м від анкерної опори. Натягування СІП з контролем зусилля в утримних жилах виконується за допомогою динамометра, котрий закріплюється між

монтажним затискачем і тяговим механізмом. При рухові тягового механізму контролюється зусилля тяжіння і при досягненні проектного тяжіння подається сигнал на зупинку тягового механізму. Після 10-15 хвилинної витримки під монтажним натягом перевіряється тяжіння і СП, і при необхідності, виконується доведення його до проектного. Після цього електролінійник піднімається на опору і робить на утримних жилах мітку, що відповідає експлуатаційному положенню натяжного затискача. По мітці на СП встановлюється натяжний затискач. Після закріплення СП на анкерних опорах виконується закріплення СП на проміжних опорах.

На кутових проміжних опорах роботи виконуються з застосуванням ручної лебідки і двох монтажних затискачів, прикріплених до неї за допомогою тросів.

Застосовується також натягування і візування СП з контролем стріл провисання за допомогою візирних рейок.

Вантажно-розвантажувальні роботи

Роботи із завантаження та розвантаження стійок, що виконуються за допомогою автокрана, виконуються в наступній послідовності:

- приведення автокрана в робоче положення;
- установка транспортного засобу в радіусі дії автокрана;
- влаштування огорожі небезпечної зони;
- очищення місця викладки стійки від сторонніх предметів;
- строповка стійки і кріплення відтяжок;
- транспортування стійки автокраном (робочий хід автокрана);
- викладка стійки на дерев'яні підкладки;
- стропування стійки та від'єднання відтяжок;
- холостий хід автокрана;
- приведення автокрана в транспортне положення;
- зняття огороження небезпечної зони.

2 Спеціальний розділ

2.1 Характеристика споживачів мікрорайону міста Дніпро (ТП – 46)

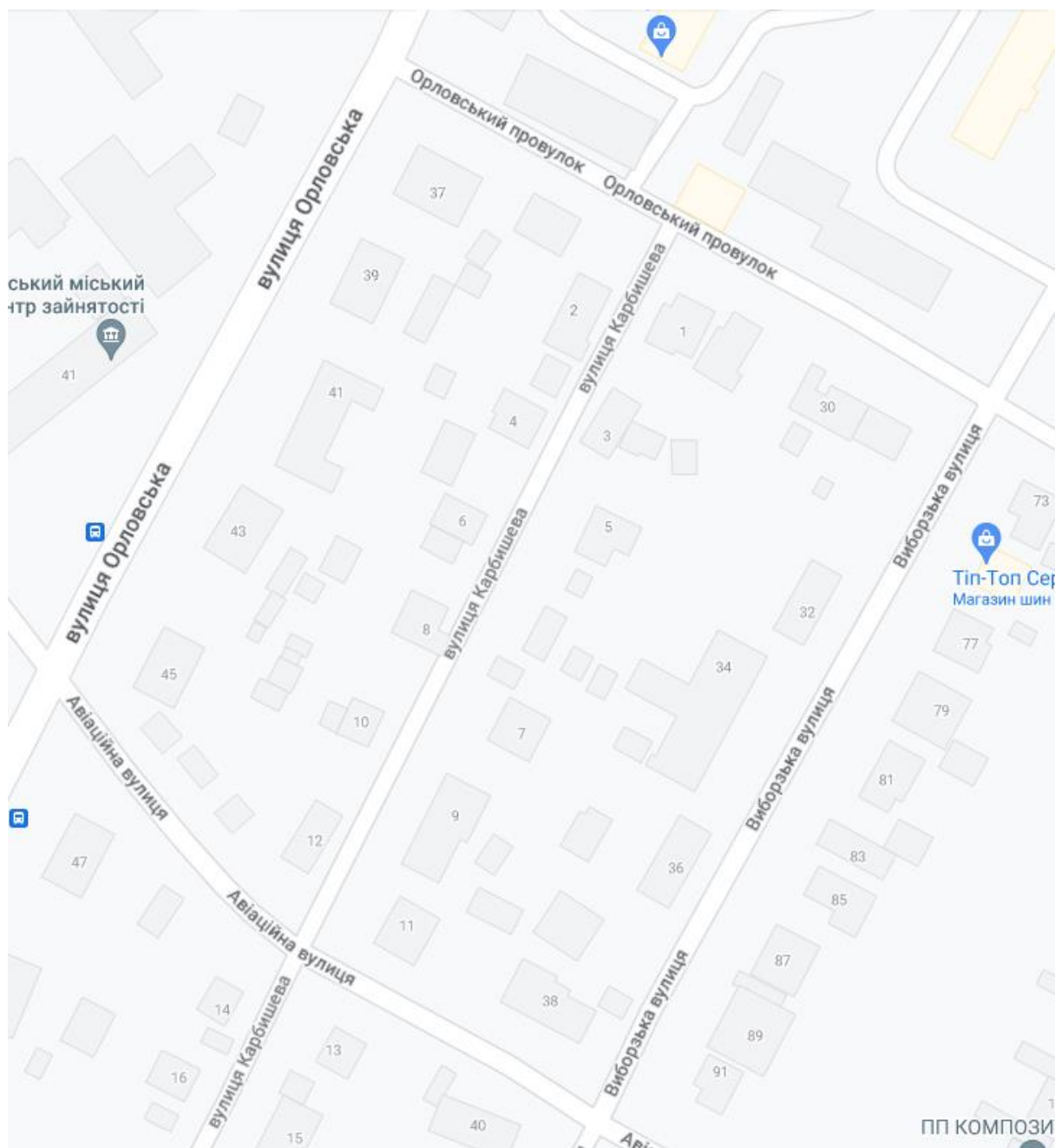


Рисунок 2.1.1 – мікрорайон м.Дніпро

ТП-46 забезпечує електро постачання побутових та юридичних споживачів, які розташовані на вулицях Орловській, Карбишева, Виборзькій у місті Дніпро.

Перелік споживачів наступний:

- багатоквартирні двоповерхові будинки (з газопостачанням): вул. Орловська буд. № 37, 39, 43, 45, 47, вул. Виборзька буд. № 34;
- приватні одноповерхові будинки (з газопостачанням): вул. Орловська буд. № 41, вул. Карбишева буд. № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, вул. Виборзька буд. № 30, 32, 36, 38, 40, 73, 77, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91;
- магазин з продажу шин, вул. Виборзька буд. № 75.

Усі споживачі відносяться до третьої категорії електропостачання.

ПЛ-1: вул. Орловська 37, 39, 43, 45, 47

ПЛ-2: вул. Карбишева 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13

ПЛ-3: вул. Карбишева 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14

ПЛ-4: вул. Виборзька 73, 75, 77, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91

ПЛ-5: вул. Виборзька 30, 32, 34, 36, 38, 40

2.2 Розрахунок електричних навантажень споживачів

Вхідними даними для розрахунку електричних навантажень на шинах підстанції для вибору трансформаторів є характеристики і тип споживачів. Розрахунок електричних навантажень виконуємо відповідно до нормативним документом ДБН В 2.5-23-2010 [ДБН В.2.5-23 2010]. У таблиці наведено склад і характеристики споживачів, які отримують живлення від ТП-46.

Таблиця 2.2.1 – Споживачі мікрорайону

Споживач	Характеристика споживача	Кількість квартир/площа
вул. Орловська буд. № 37, 39, 43, 45, 47	2-поверховий будинок з електроплитами та електроопаленням	8

Кінець таблиці 2.2.1		
вул. Виборзька буд. № 34	2-поверховий будинок з електроплитами та електроопаленням	8
вул. Орловська буд. № 41	1-поверховий будинок з електроплитами та електроопаленням	1
вул. Карбишева буд. № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	1-поверховий будинок з електроплитами та електроопаленням	1
вул. Виборзька буд. № 30, 32, 36, 38, 40, 73, 77, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91	1-поверховий будинок з електроплитами та електроопаленням	1
Магазин з продажу шин, вул. Виборзька буд. № 75	1-поверхова будівля	60м ²

Для вибору трансформаторів необхідно визначити навантаження на шинах 0,4 кВ ТП – 46. Для цього зробимо розрахунок електричних навантажень для кожного з представлених в таблиці споживачів відповідно до ДБН.

Для розрахунків житлових будинків і споруд використовують такий показник як питома навантаження, який визначений для споживача конкретного типу в залежності від його характеристики. Так для житлових будинків цей показник залежить від кількості квартир і типу використовуваних плит для приготування їжі (електричні, газові), виду опалення, а також від наявності або відсутності кондиціонування повітря; для підприємств торгівлі - від площі торгових залів, їх кондиціонування;

підприємств громадського харчування - від кількості місць; побутового обслуговування - від кількості робочих місць.

Розрахункове активне навантаження P_p об'єкта при цьому визначається з вираження:

$$P_p = P_{уд} * N$$

де P_p –питоме навантаження, кВт/кв(м², місце)

N –кількість квартир (площі, місць)

Як приклад зробимо розрахунок навантажень житлового багатоквартирного будинку вул. Орловська №45

Вихідні дані:

- кількість поверхів - 2;
- кількість квартир - 8;
- тип використовуваних плит - електричні;
- тип опалення - електричний;
- кількість під'їздів - 1.

Квартири житлового будинку (району) по оснащеності побутовими електроприладами і їх розрахунковим навантаженням доцільно віднести до третього рівня електрифікації [ДБН], так як це житла (квартири) з електричними плитами потужністю до 8,5 кВт та електроопаленням (до 90 м²).

Для житла 1-го виду за рівнем електрифікації квартири житлового будинку необхідно віднести до третьої групи - житло із застосуванням повного електроопалення та гарячого водопостачання.

Згідно таблиці Д.2 [ДБН В.2.5-23 2010] визначаємо питому навантаження однієї квартири для даного типу житлового будинку з кількістю

квартир 8. Шляхом інтерполяції даних, представлених в таблиці знаходимо $P_{уд.кв} = 15,36$.

Визначаємо розрахункове активне навантаження групи житла, наведену до вводу 0,4 кВ:

$$P_{р.ж} = P_{уд.кв} * N_{кв} = 15,36 * 8 = 122,9 \text{ кВт}$$

По таблиці 3.6 [ДБН В.2.5-23 2010] приймаємо для даного типу житлового будинку (з урахуванням наявності кондиціонерів повітря) коефіцієнти: $\cos \varphi = 0,93$; $\tan \varphi = 0,4$.

Визначаємо розрахункову реактивну навантаження групи житла, наведену до вводу 0,4 кВ:

$$Q_{р.ж} = P_{р.ж} * \tan \varphi_{кв} = 122,9 * 0,4 = 49,2 \text{ квар}$$

Таблиця 2.2.2 – Розрахунок електричних навантажень

Найменування	Тип	Кількість квартир	Питома навантаження	Розрахункові коефіцієнти		Розрахункове активне навантаження Рр.ж., кВт	Розрахункове реактивне навантаження Qр.ж, квар
				$\cos \varphi$	$\tan \varphi$		
вул. Орловська буд. № 37, 39, 43, 45, 47	2-поверховий будинок з плитами на природному газі	8	15,36	0,93	0,4	122,9	49,2

Кінець таблиці 2.2.2							
вул. Виборзька буд. № 34	2- поверховий будинок з плитами на природному газі	8	15,36	0,93	0,4	122,9	49,2
вул. Орловська буд. № 41	1- поверховий будинок з плитами на природному газі	1	25,37	0,93	0,4	25,37	10,1
вул. Карбишева буд. № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	1- поверховий будинок з плитами на природному газі	1	25,37	0,93	0,4	25,37	10,1
вул. Виборзька буд. № 30, 32, 36, 38, 40, 73, 77, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91	1- поверховий будинок з плитами на природному газі	1	25,37	0,93	0,4	25,37	10,1

Таблиця 2.2.3 - Розрахунок електричних навантажень установ

Найменування	Тип	Кількість м ²	Питома навантаження	Розрахункові коефіцієнти		Розрахункове активне навантаження Рр.ж., кВт	Розрахункове реактивне навантаження Qр.ж, квар
				cosφ	tan φ		
Магазин з продажу шин, вул. Виборзька буд. № 75	1-поверхова будівля	60	1,1	0,93	0,4	61,4	24,5

При змішаному живленні споживачів житлових будинків і громадських будівель розрахункове електричних навантажень визначається за формулою:

$$P_{p0,4} = P_{зд.мах} + \sum K_y * P_{зд}$$

де K_y - коефіцієнт участі в максимумі електричних навантажень для відповідного характерного споживача, що визначається за таблицею 3.14 [2];

$P_{зд.мах}$ - найбільша встановлена потужність споживача, кВт.

В залежності від типу споживача, що має найбільше навантаження, визначаються коефіцієнти участі в максимумі для інших споживачів. Для нашого випадку споживач з найбільшим приєднаним навантаженням як - це продуктовий магазин $P_{зд.мах} = 61,4$ кВт. З [ДБН В.2.5-23 2010] знаходимо коефіцієнти участі в максимумі і зводимо їх в таблицю 2.2.4

Таблиця 2.2.4 – Коефіцієнти участі в максимумі для споживачів міських електричних мереж

Назва споживача	Коефіцієнт участі в максимумі, K_y
Житлові будинки з електроплитами	0,9
Торгові підприємства	0,9

Розрахункове навантаження від групи жител з різними питомими навантаженнями $P_{роз}$, приведене до лінії живлення, вводу в житловий будинок, шин 0,4 кВ трансформатора 6/0,4 кВ, за загальної кількості приєднаних жител 30 і більше, слід визначати за спрощеною формулою:

$$P_{роз.жил.буд} = (P_{П1} * N_1 + P_{П2} * N_2 + P_{П3} * N_3) * K_{y(1+2+3)}$$

$$P_{роз.жил.буд} = (15,36 * 6 + 25,37 * 29) * 0,9 = 827,9 \text{ кВт}$$

$$Q_{роз.жил.буд} = P_{роз.жил.буд} * \tan \varphi_{общ} = 827,9 * 0,4 = 331,2 \text{ квар}$$

де $P_{П1,2,3}$ - питомі потужності споживачів;

K_y - коефіцієнт одночасності;

N - кількість споживачів.

Загальне розрахункове навантаження ТП-46:

$$P_{р.ТП} = 61,4 + 827,9 = 889,3 \text{ кВт}$$

$$Q_{р.ТП} = 889,3 * 0,4 = 355,7 \text{ квар}$$

$$S_{р.ТП} = \sqrt{P_{р.ТП}^2 + Q_{р.ТП}^2} = \sqrt{889,3^2 + 355,7^2} = 957,8 \text{ кВА}$$

Таблиця 2.2.5 – Розподіл навантажень

№	Споживач	Розрахунок ова активна потуж- ність $P_{роз}$	Розрахун кова реактивна потуж- ність $Q_{роз}$	Розрахун кова повна потуж- ність $S_{роз}$
ПЛ-1	вул.Орловська 37,39,41,43,45,47	91,9	36,8	99
ПЛ-2	вул.Карбишева 1,3,5,7,9,11,13	183	73,15	197
ПЛ-3	вул.Карбишева 2,4,6,8,10,12,14	183	73,15	197
ПЛ-4	вул.Виборзька 73,75,77,79,81,83,85,87,89,91	304	121,6	327
ПЛ-5	вул.Виборзька 30,32,34,36,38,40	128	51,2	137,8
Всього				957,8

2.3 Вибір силових трансформаторів для ТП-46

Обираємо два трансформатори на паралельну роботу типу ТСЗ-630/6/0,4

У1

$$S_{р.тп} \leq S_{ном.тр} ; 957,8\text{кВА} \leq 1260\text{кВА}$$

Таблиця 2.3.1 – Номінальні дані трансформатора

Тип	Схема підкл. обмоток	$S_{\text{ном}}$, кВА	$U_{\text{ном}}$ обмоток, кВ		Втрати, кВт		$I_{\text{хх}}$, %	$U_{\text{кз}}$, %
			ВН	НН	$X_{\text{х}}$	$K_{\text{з}}$		
ТСЗ-630-У1	Y/Y	1260	6	0,4	0,95	2,65	2	6

Навантаження трансформатора в нормальному режимі становитиме:

$$K_{\text{н}} = \frac{S_{\text{р.тп}}}{S_{\text{ном.тр}}} = \frac{957,8}{1260} = 0,76$$

ТСЗ-630/6/0,4 сконструйований на основі литої епоксидної ізоляції. Але головна його перевага у пожежній безпеці, оскільки навіть при серйозному пошкодженні неможливий витік олії. Він може встановлюватися навіть на об'єктах виробництва та зберігання горючих чи вибухонебезпечних речовин. Надійний не втрачає працездатності навіть у складних кліматичних умовах, як мороз до -40°C або відносна вологість повітря до 80%. Корпус захищений антикорозійним покриттям, стійким до сильного нагрівання та різким перепадам температури (на випадок запуску взимку).

2.4 Розрахунок струмів КЗ

Визначаємо струм та потужність трифазного короткого замикання в точках К1 та К2 електричної мережі, що наведена на рисунку 2.4.1. Активним опором елементів мережі знехтували. Вихідні дані для розрахунку наведені на схемі (рисунок 2.4.1).

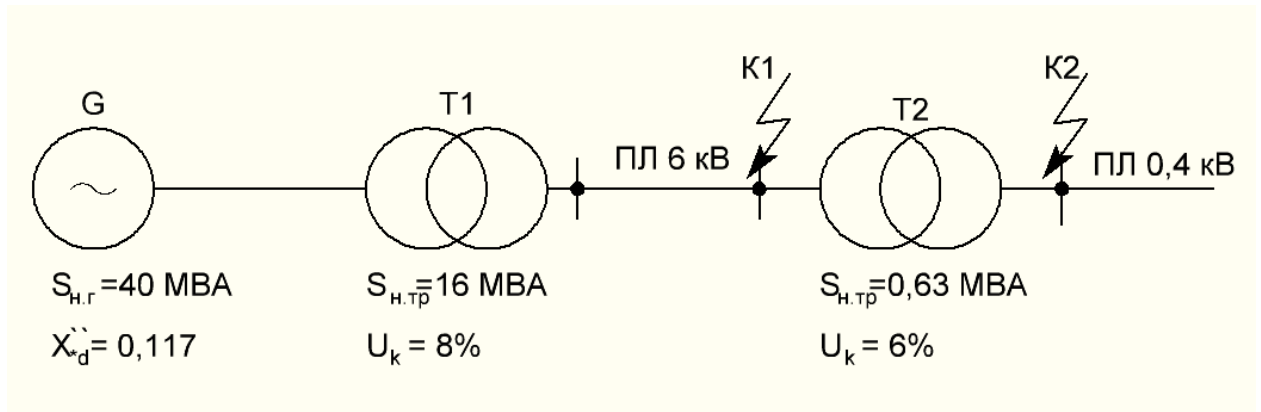


Рисунок 2.4.1 – Розрахункова схема електричної мережі

За розрахунковою схемою (рисунок 2.4.1) складаємо еквівалентну схему заміщення мережі і зводимо її до простішого виду (рисунок 2.4.2).

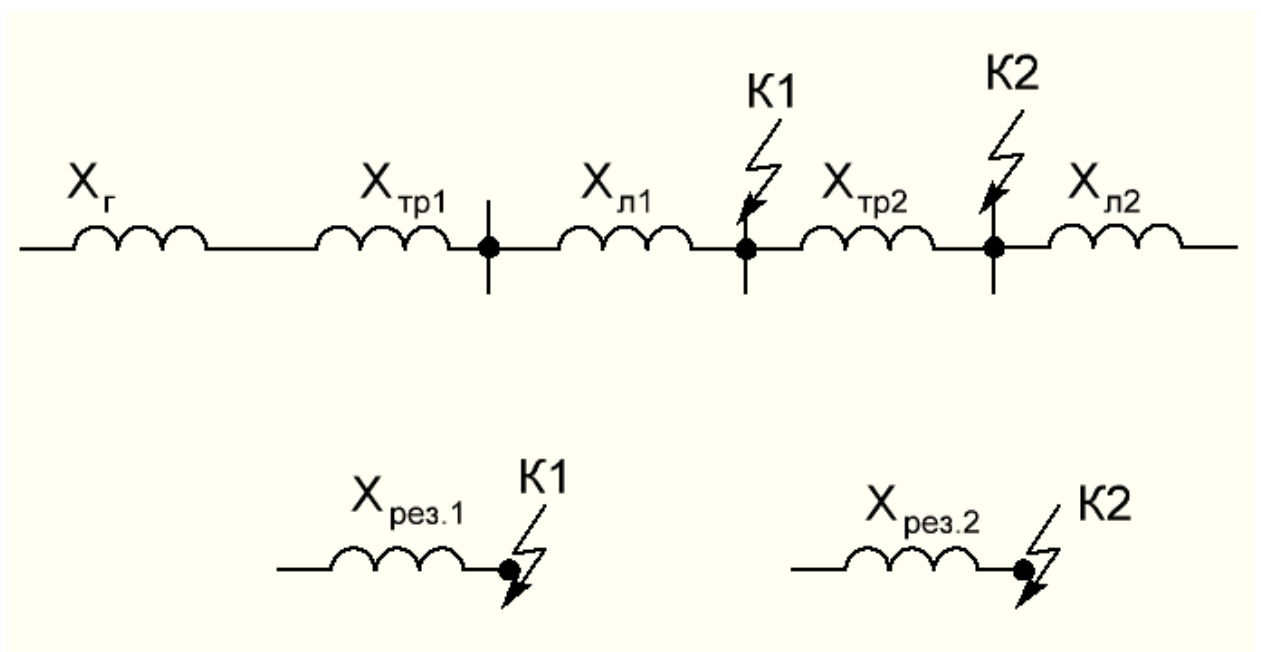


Рисунок 2.4.2 – Еквівалентна схема заміщення електричної мережі

Розрахунок ведемо у відносних одиницях.

1. Задаємося базисними умовами:

$$U_{\delta} = 1,05 * U; \quad U_{\delta} = 1,05 * 6 = 6,3 \text{кВ}; \quad S_{\delta} = 100 \text{ МВА}$$

2. Визначаємо опір елементів мережі у відносних одиницях приведений до базисних умов:

Опір генератора:

$$x_{г.б} = x_d'' * \frac{S_{\delta}}{S_{нг}}$$

$$x_{г.б} = 0,117 * \frac{100}{40} = 0,29$$

Опір підвищувального трансформатора Т1:

$$x_{тр1.б} = \frac{U_k \%}{100} * \frac{S_{\delta}}{S_{нтр}}$$

$$x_{тр1.б} = \frac{8}{100} * \frac{100}{16} = 0,5$$

Опір повітряної лінії напругою 6 кВ (ПЛ1):

$$x_{л1.б} = x_0 * l_0 * \frac{S_{\delta}}{U_{\delta}^2}$$

Приймаємо, що $x_0 = 0,4$ Ом/км;

$$x_{л1.б} = 0,4 * 40 * \frac{100}{6,3^2} = 40,3$$

Опір знижувальних трансформаторів Т2 та Т3:

$$x_{тр2.б} = x_{тр3.б} = \frac{6}{100} * \frac{100}{0,63} = 9,5$$

3. Визначаємо результуючий опір до точки К1:

$$x_{рез1.б} = x_{г.б} * x_{тр1.б} * x_{л1.б}$$

$$x_{рез1.б} = 0,29 * 0,5 * 40,3 = 5,8$$

4. Визначаємо результуючий опір до точки К2:

$$x_{рез2.б} = x_{г.б} * x_{тр1.б} * x_{л1.б} \frac{x_{тр2.б}}{2}$$

$$x_{рез2.б} = 0,29 * 0,5 * 40,3 \frac{9,5}{2} = 27,75$$

5. Визначаємо струм трифазного короткого замикання в точці К1:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} * U_6}$$

$$I_6 = \frac{100}{1,73 * 6,3} = 9,17 \text{ кА}$$

$$I_{\text{к}}^3 = \frac{I_6}{x_{\text{рез1.6}}}$$

$$I_{\text{к1}}^3 = \frac{9,17}{5,8} = 1,58 \text{ кА}$$

6. Визначаємо струм трифазного короткого замикання в точці К2:

$$I_{\text{к2}}^3 = \frac{9,17}{27,75} = 0,33 \text{ кА}$$

7. Визначаємо потужність трифазного короткого замикання:

$$S_{\text{к}}^3 = \frac{S_6}{x_{\text{рез.6}}}$$

В точці К1:

$$S_{\text{к1}}^3 = \frac{100}{5,8} = 17,24 \text{ МВА};$$

В точці К2:

$$S_{к2}^3 = \frac{100}{27,75} = 3,6 \text{ МВА}$$

2.5 Вибір кабельної лінії 6 кВ

Вибір кабельних ліній виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – Завод «Південкабель» [4]:

Виконаємо розрахунок кабелю з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 6 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому струму навантаження
- по допустимому струму короткого замикання по жилі;
- по допустимому струму короткого замикання по екрану.

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_p = \frac{P_{p,гп}}{\sqrt{3} * U_{ном.ВН} * \cos\varphi}$$

$$I_p = \frac{957,8}{1,73 * 6 * 0,93} = 99,2 \text{ А}$$

Приймаємо кабель марки АПвЕгП-6 1х50 – 1 кабель 1х50мм²,

$I_{доп.пасп} = 157 \text{ А}$ (прокладка в площині в ґрунті) [4].

$U_{ном} = 6 \text{ кВ}$ - напруга мережі;

$S_k^3 = 17,24 \text{ МВА}$ (потужність КЗ на шинах 6 кВ).

1. Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо згідно [СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49-2011] (Додаток Ж) з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Для ділянки КЛ, прокладеної у траншеї за схемою "площина, відповідно до таблиці 8.9 [СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49-2011] тривалий допустимий струм алюмінієвої жили кабелю перерізом 50 мм² у стандартних умовах $I_c = 157$ А. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання кабелю розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$k_2 = 0,97$ (кабель напругою 6 кВ прокладається на глибині 1,25 м, таблиця 8.13),

$k_3 = 0,96$ (таблиця 8.16, для температури землі влітку на рівні 25⁰ С),

$k_4 = 1,0$ (додаток В, СОУ-Н МПЕ 40.1.20.509 2005) – для нормальних ґрунтів, питомий опір і характеристики якого визначаються після проведення геодезичних пошуків для літнього періоду з кількістю кабелів у траншеї 1 і більше та коефіцієнті попереднього навантаження менше 0,8;

$k_n = 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_d = I_{\text{доп.пасп.}} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_n = 157 \cdot 0,97 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1,1 = 160,8 \text{ А}$$

99,2 < 160,8 А – умова виконується.

Переріз жили 50 мм² у заданих умовах прокладання достатній.

2. Перевірка кабелю по допустимому струму короткого замикання по жилі

$t_{\text{п}} = 0,25$ с - повний час тривалості короткого замикання.

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_{\text{кз}(3)} < I_{\text{кз.ж.}}$$

$I_{\text{кз.ж}}$ - максимально допустимий струм короткого замикання жили кабелю, кА

$$I_{\text{кз.ж.}} = I_{\text{кз.таб.}} / \sqrt{t}$$

де $I_{\text{кз.таб.}}$ - допустимий струм к.з. по жилі (при тривалості к.з. 1 с) з таблиці 4,7 кА [<https://yuzhcable.com.ua/>];

t – час спрацьовування захисту.

$$I_{\text{к.з.жс}} = 4,7 / \sqrt{0,25} = 9,4 \text{ кА}$$

$$1,58 < 9,4 \text{ – умова виконується}$$

3. Перевірка кабелю по допустимому струму короткого замикання по екрану

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_{\text{кз}(2)} < I_{\text{кз.е}}$$

$$I_{\text{кз}(2)} = 0,87 * I_{\text{кз}(3)} = 0,87 * 1,58 = 1,37 \text{ кА}$$

$$1,37 < 3,3 - \text{умова виконується}$$

На підставі результатів перевірки кабелю 6 кВ по допустимому струму короткого замикання по жилі та по екрану номінальний переріз на ділянці від ТП-46 до РП складає 1х50 мм².

2.6 Вибір високовольтних вимикачів

Наприклад, оберемо вимикач типу ВРС-6

Умови вибору вимикача:

1. За номінальною напругою:

$$U_{\text{н}} \geq U_{\text{уст}}$$

$$6 \text{ кВ} \geq 6 \text{ кВ} - \text{умова виконується}$$

де $U_{\text{ном}}$ - номінальна напруга апарата за каталогом, кВ;

$U_{\text{роб}}$ - робоча напруга приєднання, де буде встановлено апарат, кВ;

2. За номінальним струмом:

$$I_{\text{н}} \geq I_{\text{роб}}$$

де $I_{\text{ном}}$ - номінальний струм апарата за каталогом, А;

$I_{\text{роб}}$ - робочий струм приєднання, де буде встановлено апарат, кА

$$I_{\text{рф}} = S_{\text{тп}} / (1,73 U_{\text{ном.ВН}}) = 1260 / (1,73 \cdot 6) = 121,38 \text{ А}$$

де $S_{\text{тп}}$ - номінальна повна потужність трансформатора, кВА;

$U_{\text{ном}}$ - напруга на ввіді трансформаторної підстанції, кВ;

$$630 \text{ А} \geq 121,38 \text{ А} - \text{ умова виконується}$$

3. За струмом відключення:

$$I_{\text{ном.откл.}} \geq I_{\text{к.з}}$$

де $I_{\text{ном.откл.}}$ - номінальний струм відключення вимикача, кА;

$I_{\text{к.з}}$ - струм короткого замикання, кА;

$$31,5 \geq 1,58 \text{ кА} - \text{ умова виконується}$$

4. Динамічна стійкість:

$$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{у}}$$

де $i_{\text{дин}}$ - амплітудне значення струму динамічної стійкості за каталогом, кА;

$i_{\text{у}}$ - миттєве значення струму короткого замикання в точці приєднання, де буде встановлено апарат, кА.

$$i_y = \sqrt{2} \times K_y \times I_{к.з.}$$

де K_y - ударний коефіцієнт, визначається як $K_y = 1,3$ для трансформаторів 630- 1000 кВА; $K_y = 1,2$ для трансформаторів 100 - 400 кВА;

$$i_y = \sqrt{2} * 1,3 * 1,58 = 2,9 \text{ кА}$$

$60 \text{ кА} \geq 2,9 \text{ кА}$ – умова виконується

5. Термічна стійкість струмів КЗ:

$$I_{\text{тер}}^2 * t_{\text{тер}} \geq B_k$$

де $I_{\text{тер}}^2$ - струм термічної стійкості апарата за каталогом для вибраного вимикача, кА^2

$t_{\text{тер}}$ - час проходження струму термічної стійкості апарата за каталогом, с;

B_k - тепловий імпульс струму К.З. для відповідного приєднання за розрахунком, $\text{кА}^2 * \text{с}$.

$$B_k = I_{к.з.}^2 * t_{\text{тер}}$$

$$B_k = 1,58^2 * 3 = 7,48 \text{ кА}$$

$31,5 \text{ кА} \geq 7,48 \text{ кА}$ – умова виконується

Таблиця 2.6.1 – Дані вимикача ВРС-6

Тип вимикача	ВРС-6	
Умови вибору	Каталог	Розрахунок
$U_H \geq U_{уст}$	6 кВ	$U_{уст} = 6 \text{ кВ}$
$I_H \geq I_{рф}$	630 А	121,38 А
$I_{ном.откл.} \geq I_{к.з}$	31,5 кА	1,58 кА
$i_{дин} \geq i_y$	60 кА	2,9 кА
$I_{тер}^2 * t_{тер} \geq B_k$	31,5 кА	7,48 кА

Отже, обираємо вимикач 6 кВ типу ВРС-6

2.7 Вибір ввідних вимикачів 0,4 кВ

Для підключення розподільчого щита 0,4 кВ до шин приймаємо автоматичні вимикачі серії Emax E2.2B 2000 Ekip Dip LI 3p F HR. Вибір ведемо за розрахунковим струмом нормального режиму.

$$I_p = \frac{S_{HT}}{\sqrt{3}U_{HH}}$$

де P_{HT} - номінальна потужність ТП, кВт;

U_{HH} - номінальна напруга НН, кВ;

$$I_p = \frac{1260}{1,73 * 0,38} = 1900 \text{ А}$$

Умови вибору:

- за номінальною напругою: $380 < 660$ (В);
- за номінальним струмом автомата: $1900 < 2000$ (А);
- за номінальним струмом розчеплювача: $1900 < 2000$ (А).

Вибираємо уставки автомата:

1. Струм спрацьовування захисту від перевантаження:

$$I_{\text{спр.п}} = 1,25 \cdot I_{\text{нр}} \text{ А.}$$

$$I_{\text{спр.п}} = 1,25 \cdot 2000 = 2500 \text{ А}$$

2. Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ $I_{\text{св}}$:

$$I_{\text{св}} \geq i_{\text{пик}} = 1,25 \cdot 1900 = 2375 \text{ А}$$

Приймаємо:

$$I_{\text{св}} = 2,25 \cdot I_{\text{нр}} = 2,25 \cdot 2000 = 4500 \text{ А}$$

3. Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному

$$1,25 \cdot I_{\text{н.р}} = 2500 \text{ А}$$

4. Струм спрацьовування миттєвого захисту 42 кА (за паспортними параметрами автоматичного вимикача).

2.8 Вибір захисних апаратів і провідників окремих споживачів

ПЛ-1

Для підключення фідеру ПЛ-1 приймаємо автоматичні вимикачі серії А2В 250 MF 160-1920 3р F F. Вибір ведемо за розрахунковим струмом нормальноного режиму:

$$I_p = \frac{S_{ПЛ}}{\sqrt{3} * U_{нн}}, A$$

$$I_p = \frac{99}{1,73 * 0,38} = 150,6 A$$

Умови вибору:

- за номінальною напругою: $380 < 380(550) V$
- за номінальним струмом автомата: $150,6 < 160 A$
- за номінальним струмом розчеплювача: $150,6 < 160 A$

Вибираємо уставки автомата:

1. Струм спрацьовування захисту від перевантаження:

$$I_{спр.п} = 1,25 \cdot I_{нр}$$

$$1,25 * 160 = 200 A$$

2. Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ $I_{св}$:

$$I_{\text{св}} \geq i_{\text{пик}} = 1,25 * 150,6 = 188,2 \text{ А}$$

$$I_{\text{св}} = 2.25 * I_{\text{нр}} = 2.25 * 160 = 360 \text{ А}$$

3. Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному $1,25 * I_{\text{н.р}} = 200 \text{ А}$.

4. Струм спрацьовування миттєвого захисту 18 кА (за паспортними параметрами автоматичного вимикача).

Обираємо кабель від опори то ТП

Вибір кабельних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок кабелю з ізоляцією зі зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{ном.пл1}} = \frac{P_{\text{пл1}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном.нн}} * \cos\varphi} = \frac{99}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 161,9 \text{ А}$$

Приймаємо кабель марки АПВВГ 1х70-1

$I_{\text{доп.пасп}} = 198 \text{ А}$ (прокладка в площині в ґрунті) [каталог «Південкабель»]

1. Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження:

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили кабелю перерізом $1 \times 70 \text{ мм}^2$ у стандартних умовах $I_{\text{доп.л}} = 198 \text{ А}$. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання кабелю розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$k_2 = 0,97$ (кабель напругою до 1 кВ прокладається на глибині 1,25 м, таблиця 8.13 [СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49-2011]),

$k_3 = 0,96$ (для температури землі влітку на рівні 25^0 С [СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49-2011]),

$k_4 = 1,0$ (додаток В [СОУ-Н МПЕ 40.1.20.509-2005]) – для нормальних ґрунтів, питомий опір і характеристики якого визначаються після проведення геодезичних пошуків для літнього періоду з кількістю кабелів у траншеї 1 і більше та коефіцієнті попереднього навантаження менше 0,8;

$k_n = 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_{\text{д}} = I_{\text{доп.пасп}} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_n = 198 \cdot 0,97 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1,1 = 202,8 \text{ А}$$

$$161,9 \text{ А} < 202,8 \text{ А} \text{ – умова виконується.}$$

Переріз жили $1 \times 70 \text{ мм}^2$ у заданих умовах прокладання достатній.

Обираємо провід по опорам.

Вибір повітряних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок проводу з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{НОМ.ПЛ1}} = \frac{P_{\text{ПЛ1}}}{\sqrt{3} * U_{\text{НОМ.НН}} * \cos\varphi} = \frac{99}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 161,9 \text{ А}$$

Приймаємо провід марки СП-5 1x50.

$I_{\text{доп.пасп}} = 195 \text{ А}$ (прокладка в повітрі) [каталог <https://yuzhcable.com.ua/>]

1. Перевірка проводу по допустимому тривалому струму навантаження:

Провід підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили проводу перерізом $1 \times 50 \text{ мм}^2$ у стандартних умовах $I_{\text{доп.п}} = 195 \text{ А}$. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання проводу розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$k_3 = 0,96$ (для температури повітря влітку на рівні 25^0 C),

$k_n = 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_d = I_{\text{доп.пасп}} \cdot k_3 \cdot k_n = 195 \cdot 0,96 \cdot 1,1 = 205,9 \text{ A}$$

$161,9 \text{ A} < 205,9 \text{ A}$ – умова виконується.

Переріз жили $1 \times 50 \text{ мм}^2$ у заданих умовах прокладання достатній.

ПЛ-2

Для підключення фідеру ПЛ-2 приймаємо автоматичні вимикачі серії АЗН 400 ТМФ 400-4000 Зр F F. Вибір ведемо за розрахунковим струмом нормальноного режиму:

$$I_p = \frac{S_{\text{пл}}}{\sqrt{3} * U_{\text{нн}}}, \text{ A}$$

$$I_p = \frac{197}{1,73 * 0,38} = 300 \text{ A}$$

Умови вибору:

- за номінальною напругою: $380 < 380(550) \text{ В}$
- за номінальним струмом автомата: $300 < 400 \text{ А}$
- за номінальним струмом розчеплювача: $300 < 400 \text{ А}$

Вибираємо уставки автомата:

1. Струм спрацьовування захисту від перевантаження:

$$I_{\text{спр.п}} = 1,25 \cdot I_{\text{нр}}$$

$$1,25 * 400 = 500 \text{ A}$$

2. Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ $I_{\text{св}}$:

$$I_{\text{св}} \geq i_{\text{пik}} = 1,25 * 300 = 375 \text{ A}$$

$$\text{Приймаємо } I_{\text{св}} = 2.25 * I_{\text{нр}} = 2.25 * 400 = 900 \text{ A}$$

3. Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному $1,25 * I_{\text{н.р}} = 500 \text{ A}$.

4. Струм спрацьовування миттєвого захисту 25 кА (за паспортними параметрами автоматичного вимикача).

Обираємо кабель від опори то ТП

Вибір кабельних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок кабелю з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{ном.пл2}} = \frac{P_{\text{пл2}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном.нн}} * \cos\varphi} = \frac{197}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 322,2 \text{ A}$$

Приймаємо кабель марки АПВВГ 1х240-1

$I_{\text{доп.пасп}} = 403 \text{ А}$ (прокладка в площині в ґрунті) [<https://yuzhcable.com.ua/>]

1. Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження:

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили кабелю перерізом $1 \times 240 \text{ мм}^2$ у стандартних умовах $I_{\text{доп.п}} = 403 \text{ А}$. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання кабелю розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$k_2 = 0,97$ (кабель прокладається на глибині 1,25 м),

$k_3 = 0,96$ (для температури землі влітку на рівні 25° С),

$k_4 = 1,0$ (додаток В, СОУ-Н МПЕ 40.1.20.509 2005) – для нормальних ґрунтів, питомий опір і характеристики якого визначаються після проведення геодезичних пошуків для літнього періоду з кількістю кабелів у траншеї 1 і більше та коефіцієнті попереднього навантаження менше 0,8;

$k_n = 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_d = I_c \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_n = 403 \cdot 0,97 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1,1 = 670 \text{ А}$$

$322,2 \text{ А} < 413 \text{ А}$ – умова виконується.

Переріз жили $1 \times 240 \text{ мм}^2$ у заданих умовах прокладання достатній.

Обираємо провід по опорам

Вибір повітряних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок проводу з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{ном.ПЛ2}} = \frac{P_{\text{ПЛ2}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном.НН}} * \cos\varphi} = \frac{197}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 322,2 \text{ А}$$

Приймаємо провід марки СІП-5 4x120.

$I_{\text{доп.пасп}} = 340 \text{ А}$ (прокладка в повітрі) [<https://yuzhcable.com.ua/>]

1. Перевірка проводу по допустимому тривалому струму навантаження:

Провід підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили проводу перерізом $4 \times 240 \text{ мм}^2$ у стандартних умовах $I_{\text{доп.п}} = 340 \text{ А}$. Тривалий допустимий струм в

амперах у заданих умовах прокладання проводу розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$k_3 = 0,96$ (для температури повітря влітку на рівні 25^0 C),

$k_n = 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_d = I_{\text{доп.пасп}} \cdot k_3 \cdot k_n = 340 \cdot 0,96 \cdot 1,1 = 359 \text{ A}$$

$340 \text{ A} < 359 \text{ A}$ – умова виконується.

Переріз жили $4 \times 240 \text{ мм}^2$ у заданих умовах прокладання достатній.

ПЛ-3

Для підключення фідеру ПЛ-2 приймаємо автоматичні вимикачі серії АЗН 400 ТМФ 400-4000 3р F F. Вибір ведемо за розрахунковим струмом нормальноного режиму:

$$I_p = \frac{S_{\text{пл}}}{\sqrt{3} * U_{\text{нн}}}, \text{ A}$$

$$I_p = \frac{197}{1,73 * 0,38} = 300 \text{ A}$$

Умови вибору:

- за номінальною напругою: $380 < 380(550) \text{ В}$
- за номінальним струмом автомата: $300 < 400 \text{ А}$
- за номінальним струмом розчеплювача: $300 < 400 \text{ А}$

Вибираємо уставки автомата:

1. Струм спрацьовування захисту від перевантаження:

$$I_{\text{спр.п}} = 1,25 \cdot I_{\text{нр}}$$

$$1,25 * 400 = 500 \text{ А}$$

2. Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ $I_{\text{св}}$:

$$I_{\text{св}} \geq i_{\text{пик}} = 1,25 * 300 = 375 \text{ А}$$

Приймаємо $I_{\text{св}} = 2.25 * I_{\text{нр}} = 2.25 * 400 = 900 \text{ А}$

3. Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному $1,25 * I_{\text{н.р}} = 500 \text{ А}$.

4. Струм спрацьовування миттєвого захисту 25 кА (за паспортними параметрами автоматичного вимикача).

Обираємо кабель від опори то ТП

Вибір кабельних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок кабелю з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{НОМ.ПЛЗ}} = \frac{P_{\text{ПЛЗ}}}{\sqrt{3} * U_{\text{НОМ.НН}} * \cos\varphi} = \frac{197}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 322,2 \text{ A}$$

Приймаємо кабель марки АПВВГ 1х240-1

$I_{\text{доп.пасп}} = 403 \text{ A}$ (прокладка в площині в ґрунті) [<https://yuzhcable.com.ua/>]

1. Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження:

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили кабелю перерізом $1 \times 240 \text{ мм}^2$ у стандартних умовах $I_{\text{доп.п}} = 403 \text{ A}$. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання кабелю розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$k_2 = 0,97$ (кабель прокладається на глибині 1,25 м),

$k_3 = 0,96$ (для температури землі влітку на рівні 25° C),

$k_4 = 1,0$ (додаток В, СОУ-Н МПЕ 40.1.20.509 2005) – для нормальних ґрунтів, питомий опір і характеристики якого визначаються після проведення геодезичних пошуків для літнього періоду з кількістю кабелів у траншеї 1 і більше та коефіцієнті попереднього навантаження менше 0,8;

$k_n = 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_d = I_{\text{доп.пасп}} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 = 403 \cdot 0,97 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1,1 = 670 \text{ А}$$

$322,2 \text{ А} < 413 \text{ А}$ – умова виконується.

Переріз жили $1 \times 240 \text{ мм}^2$ у заданих умовах прокладання достатній.

Обираємо провід по опорам

Вибір повітряних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок проводу з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{ном.ПЛЗ}} = \frac{P_{\text{ПЛЗ}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном.НН}} * \cos\varphi} = \frac{197}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 322,2 \text{ А}$$

Приймаємо провід марки СІП-5 4х120.

$I_{\text{доп.пасп}} = 340 \text{ А}$ (прокладка в повітрі) [каталог <https://yuzhcable.com.ua/>]

1. Перевірка проводу по допустимому тривалому струму навантаження:

Провід підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили проводу перерізом $4 \times 240 \text{ мм}^2$ у стандартних умовах $I_{\text{доп.п}} = 340 \text{ А}$. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання проводу розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$$k_3 = 0,96 \text{ (для температури повітря влітку на рівні } 25^{\circ} \text{ C),}$$

$$k_n = 1,1 \text{ – коефіцієнт навантаження.}$$

$$I_d = I_{\text{доп.пасп}} \cdot k_3 \cdot k_n = 340 \cdot 0,96 \cdot 1,1 = 359 \text{ А}$$

$$340 \text{ А} < 359 \text{ А} \text{ – умова виконується.}$$

Переріз жили $4 \times 240 \text{ мм}^2$ у заданих умовах прокладання достатній.

ПЛ-4

Для підключення фідеру ПЛ-4 приймаємо автоматичні вимикачі серії АЗС 630 ELT-LI $I_n = 630 \text{ Зр F F}$. Вибір ведемо за розрахунковим струмом нормальноного режиму:

$$I_p = \frac{S_{\text{ПЛ}}}{\sqrt{3} * U_{\text{HH}}}, \text{ А}$$

$$I_p = \frac{327}{1,73 * 0,38} = 497 \text{ А}$$

Умови вибору:

- за номінальною напругою: $380 < 380(550) \text{ В}$

- за номінальним струмом автомата: $497 < 630 \text{ A}$
- за номінальним струмом розчеплювача: $497 < 630 \text{ A}$

Вибираємо уставки автомата:

1. Струм спрацьовування захисту від перевантаження:

$$I_{\text{спр.п}} = 1,25 \cdot I_{\text{нр}}$$

$$1,25 * 630 = 787,5 \text{ A}$$

2. Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ $I_{\text{св}}$:

$$I_{\text{св}} \geq i_{\text{пик}} = 1,25 * 497 = 621 \text{ A}$$

$$\text{Приймаємо } I_{\text{св}} = 2,25 * I_{\text{нр}} = 2,25 * 630 = 1417 \text{ A}$$

3. Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному $1,25 * I_{\text{нр}} = 787,5 \text{ A}$.

4. Струм спрацьовування миттєвого захисту 35 кА (за паспортними параметрами автоматичного вимикача).

Обираємо кабель від опори то ТП

Вибір кабельних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок кабелю з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі $0,4 \text{ кВ}$ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{ном.ПЛ4}} = \frac{P_{\text{ПЛ4}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном.НН}} * \cos\varphi} = \frac{327}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 535 \text{ A}$$

Приймаємо кабель марки АВБбШв 1х500-1

$I_{\text{доп.пасп}} = 556 \text{ A}$ (прокладка в площині в ґрунті) [<https://yuzhcable.com.ua/>]

1. Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження:

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили кабелю перерізом $3 \times 70 \text{ мм}^2$ у стандартних умовах $I_{\text{доп.п}} = 195 \text{ A}$. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання кабелю розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$k_2 = 0,97$ (кабель прокладається на глибині 1,25 м),

$k_3 = 0,96$ (для температури землі влітку на рівні 25° C),

$k_4 = 1,0$ (додаток В, СОУ-Н МПЕ 40.1.20.509 2005) – для нормальних ґрунтів, питомий опір і характеристики якого визначаються після проведення геодезичних пошуків для літнього періоду з кількістю кабелів у траншеї 1 і більше та коефіцієнті попереднього навантаження менше 0,8;

$k_n = 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_{\partial} = I_{\text{доп.насп}} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 = 556 \cdot 0,97 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1,1 = 152,5 \text{ А}$$

$$535 \text{ А} < 569,5 \text{ А} \text{ – умова виконується.}$$

Переріз жили $1 \times 500 \text{ мм}^2$ у заданих умовах прокладання достатній.

Обираємо провід по опорам

Вибір повітряних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок проводу з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{ном.пл4}} = \frac{P_{\text{пл4}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном.нн}} * \cos\varphi} = \frac{327}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 535 \text{ А}$$

Приймаємо кабель марки АВБШв $1 \times 500-1$.

$I_{\text{доп.насп}} = 636 \text{ А}$ (прокладка в повітрі) [каталог <https://yuzhcable.com.ua/>]

1. Перевірка проводу по допустимому тривалому струму навантаження:

Провід підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили проводу перерізом 4x50мм² у стандартних умовах $I_{\text{доп.п}} = 195$ А. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання проводу розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$$k_3 = 0,96 \text{ (для температури повітря влітку на рівні } 25^0 \text{ C),}$$

$$k_n = 1,1 \text{ – коефіцієнт навантаження.}$$

$$I_d = I_{\text{доп.пасп}} \cdot k_3 \cdot k_n = 636 \cdot 0,96 \cdot 1,1 = 672 \text{ А}$$

$$535 \text{ А} < 672 \text{ А} \text{ – умова виконується.}$$

Переріз жили 1x500 мм² у заданих умовах прокладання достатній.

ПЛ-5

Для підключення фідеру ПЛ-5 приймаємо автоматичні вимикачі серії А2N 250 TMF 250-2500 2p F F. Вибір ведемо за розрахунковим струмом нормальноного режиму:

$$I_p = \frac{S_{\text{пл}}}{\sqrt{3} * U_{\text{нн}}}, \text{ А}$$

$$I_p = \frac{137,8}{1,73 * 0,38} = 210 \text{ А}$$

Умови вибору:

- за номінальною напругою: $380 < 380(550)$ В
- за номінальним струмом автомата: $210 < 250$ А
- за номінальним струмом розчеплювача: $210 < 250$ А

Вибираємо уставки автомата:

1. Струм спрацьовування захисту від перевантаження:

$$I_{\text{спр.п}} = 1,25 \cdot I_{\text{нр}}$$

$$1,25 * 250 = 313 \text{ А}$$

2. Уставка струму спрацьовування захисту від КЗ $I_{\text{св}}$:

$$I_{\text{св}} \geq i_{\text{пик}} = 1,25 * 210 = 263 \text{ А}$$

Приймаємо $I_{\text{св}} = 2.25 * I_{\text{нр}} = 2.25 * 250 = 563 \text{ А}$

3. Уставка часу спрацьовування захисту при перевантаженні, рівному $1,25 * I_{\text{нр}} = 312 \text{ А}$.

4. Струм спрацьовування миттєвого захисту 18 кА (за паспортними параметрами автоматичного вимикача).

Обираємо кабель від опори то ТП

Вибір кабельних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок кабелю з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{ном.ПЛ5}} = \frac{P_{\text{ПЛ5}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном.НН}} * \cos\varphi} = \frac{137,8}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 225 \text{ А}$$

Приймаємо кабель марки АПвВГ 1х120-1

$I_{\text{доп.пасп}} = 271 \text{ А}$ (прокладка в площині в ґрунті) [<https://yuzhcable.com.ua/>]

1. Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження:

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили кабелю перерізом 1х120мм² у стандартних умовах $I_{\text{доп.п}} = 271 \text{ А}$. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання кабелю розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$k_2=0,97$ (кабель прокладається на глибині 1,25 м),

$k_3= 0,96$ (для температури землі влітку на рівні 25⁰ С),

$k_4 = 1,0$ (додаток В, СОУ-Н МПЕ 40.1.20.509 2005) – для нормальних ґрунтів, питомий опір і характеристики якого визначаються після проведення геодезичних пошуків для літнього періоду з кількістю кабелів у траншеї 1 і більше та коефіцієнті попереднього навантаження менше 0,8;

$k_n = 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_d = I_{\text{доп.пасп}} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_n = 271 \cdot 0,97 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1,1 = 670 \text{ А}$$

$225 \text{ А} < 277,6 \text{ А}$ – умова виконується.

Переріз жили $1 \times 240 \text{ мм}^2$ у заданих умовах прокладання достатній.

Обираємо провід по опорам

Вибір повітряних ліній з ізоляцією зі зшитого поліетилену виконується у порядку, наведеному нижче за технічними характеристиками підприємства-виробника – «Завод Південкабель».

Виконаємо розрахунок проводу з ізоляцією із зшитого поліетилену для мережі 0,4 кВ з перевіркою за наступними показниками:

- по допустимому тривалому навантаженню

Розраховуємо струмове навантаження на 1 фазу:

$$I_{\text{ном.ПЛ5}} = \frac{P_{\text{ПЛ5}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном.НН}} * \cos\varphi} = \frac{137,8}{1,73 * 0,38 * 0,93} = 225 \text{ А}$$

Приймаємо провід марки СІП-5 1×70 .

$I_{\text{доп.пасп}} = 240 \text{ А}$ (прокладка в повітрі) [каталог <https://yuzhcable.com.ua/>]

1. Перевірка проводу по допустимому тривалому струму навантаження:

Провід підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{\text{доп}}$$

Розрахунок виконуємо з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

Тривалий допустимий струм алюмінієвої жили проводу перерізом 4x240мм² у стандартних умовах $I_{\text{доп.п}} = 340$ А. Тривалий допустимий струм в амперах у заданих умовах прокладання проводу розраховуємо за значеннями поправочних коефіцієнтів:

$k_3 = 0,96$ (для температури повітря влітку на рівні 25⁰ С),

$k_n = 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_d = I_{\text{доп.пасп}} \cdot k_3 \cdot k_n = 240 \cdot 0,96 \cdot 1,1 = 359 \text{ А}$$

225 А < 253,5 А – умова виконується.

Переріз жили 1x70 мм² у заданих умовах прокладання достатній.

2.9 Вибір вимірювальних трансформаторів струму

Трансформатори струму призначені для зменшення первинного струму до значень, найбільш зручних для вимірювальних приладів і реле (5 А, рідше 1 або 2,5), а також для відділення ланцюгів управління і захисту від первинних ланцюгів високої напруги.

Номінальний первинний струм повинен бути якомога ближче до розрахункового струму установки, так як недовантаження первинної обмотки трансформатора призводить до збільшення похибок. Обраний трансформатор струму перевіряють на динамічну і термічну стійкість до струмів короткого замикання. Крім цього трансформатори струму підбирають по класу точності, який повинен відповідати класу точності приладів, що підключаються до вторинної ланцюга вимірювального трансформатора струму. Щоб трансформатор струму забезпечив задану точність вимірювань, потужність підключених до нього приладів не повинна бути вище номінальної вторинної навантаження, зазначеної в паспорті трансформатора струму.

Вибір трансформатора струму виконується по умовам:

По напрузі:

$$U_{уст} \leq U_{ном} : 0,4 \leq 0,66$$

По струму:

$$I_{норм} \leq I_{ном} : 380A \leq 400A$$

По класу точності:

Для комерційного обліку дозволяється використовувати трансформатори струму з класом точності 0.2с, 0.5, 0.5, 1, 3.

Номінальний струм повинен бути як можна ближче до робочого струму установки, так як недовантаження обмотки веде до збільшення похибок. Обираємо трансформатор струму ТОПА-0,66 клас точності 0,5с.

Таблиця 2.9.1 – Номінальні дані трансформатора струму

Тип	$U_{\text{ном}}$, В	Струм первинної обмотки, А	Струм вторинної обмотки, А	Клас точності, с
ТОПА-0,66	0,4	400	5	0,5

2.10 Вибір системи АСКОЕ

Для вибору систем автоматизованого комерційного обліку електричної енергії треба враховувати наступні особливості:

- типи та характеристики доступних лічильників, що підтримують обрану систему, залежно від виду споживача та місця встановлення;
- особливості регіону використання, тобто кліматичні умови та наявність різних каналів зв'язку для передачі даних;
- вартість закупівлі та встановлення системи;
- площа зони бажаного встановлення системи;
- робоча напруга мережі, в яку інтегрується обладнання для передачі даних.

Таблиця 2.10.1 – Порівняння систем АСКОЕ

Тип системи	Дальність роботи, м	Шлях передачі даних	Основні переваги	Недоліки
GSM, GPRS	необмежена	Мобільні мережі	Простота монтажу	Вартість зв'язку, відсутність мережевого покриття в деяких районах

Кінець таблиці 2.10.1				
PLC	500-1000	Існуючі лінії електропередач	Простота монтажу, невисока вартість	Перебої в роботі через частотні перешкоди
RADIO 433, 866 МГц	50-100	Радіоканал	Не вимагає прокладки окремих ліній	Дороговизна обладнання, радіоперешкоди
INTERNET	необмежена	Інтернет зв'язок	Не потребує додаткового обладнання	Залежність від інтернет зв'язку на кожному об'єкті
RS-485	необмежена	Окрема низьковольтна лінія	Якість зв'язку, надійність роботи	Висока вартість за рахунок необхідності прокладання додаткових мереж зв'язку

Провівши аналіз характеристик різних технологій для побудови АСКОЕ, виберемо найбільш оптимальний варіант. Серед вище розглянутих систем АСКОЕ для нашого житлового мікрорайону найбільше підходить технологія PLC.

PLC (Power Line Communication) – телекомунікаційна технологія, що ґрунтується на принципі використання силових електромереж для інформаційного обміну.

Таблиця 2.10.2 – характеристики системи PLC

Найменування параметра	Технологія PLC
Діапазон робочих частот, МГц	1-30
Пропускна здатність, Мбіт/с	до 200
Максимальна відстань, км	3
Параметри розгортання	Не потрібна прокладка кабелю

Основою технології PowerLine є використання частотного поділу сигналу, при якому високошвидкісний потік даних розбивається на декілька відносно низько-швидкісних потоків, кожен з яких передається на окремій частоті з подальшим їх об'єднанням в один сигнал. Реально в технології PowerLine використовуються 84 частоти в діапазоні 4-21 МГц.

PLC включає BPL (Broadband over Power Lines) – широкопasmову передачу через лінії електропередачі, що забезпечує передачу даних зі швидкістю більше 1 Мбіт в секунду, і NPL (Narrowband over Power Lines) – вузькопasmову передачу через лінії електропередач з набагато меншими швидкостями передачі даних

PLC застосовується у двох основних напрямках:

1. Широкопasmовий доступ використовується, в основному, для високош-видкісного доступу в Інтернет, передачі відео та організації локальної мережі.
2. Вузькопasmовий доступ використовується, в основному, для вирішення завдань автоматизації і управління, в тому числі в галузі комерційного обліку енергоресурсів.

Далі обираємо склад та кількість засобів вимірювальної техніки та обладнання для встановлення АСКОЕ. В залежності від виду споживачів, їх

потужностей та фазності мережі в табл 2.10.3 наведено кількість лічильників електроенергії для встановлення на точках обліку.

Таблиця 2.10.3 – Підрахунок кількості обладнання

Тип споживача	Кількість лічильників	Фазність
Квартира	48	1
Приватний будинок	29	1
Магазин	1	3

Вибір моделей лічильників будемо проводити згідно каталогу електронних лічильників заводу виробника НІК.

Для підключення квартир та приватних будинків оберемо однофазний лічильник прямого включення НІК 2104.

Для підключення магазину оберемо трифазний лічильник прямого включення НІК 2303L.

Наступним кроком обираємо пристрій для збору даних та організації системи АСКОЕ. В якості такого приладу обираємо контролер збору даних НІК КС-02-08.

Контролер збору даних призначений для дистанційного збору, накопичення, і передачі на сервер інформації про спожиту електричну енергію з однофазних і трифазних лічильників електроенергії, обладнаних інтерфейсом PLC.

Даний контролер буде встановлено на підстанції в окремій шафі АСКОЕ-побут PLC.

3 Економічний розділ

3.1 Вступ

У спеціальній частині обґрунтовано заходи щодо підвищення надійності електропостачання споживачів трансформаторної підстанції ТП-46. Поліпшення умов електропостачання споживачів по вулицям Орловська, Карбишева, Виборзька виконується шляхом реконструкції ТП-46, яка викликана наявністю в її складі зношеного, морально застарілого обладнання, яке не відповідає сучасним вимогам через низьку надійність, підвищені експлуатаційні витрати.

Також необхідно відзначити, що навантаження зросли як в літній (кондиціонування повітря), так і в зимовий час (електрообігрівальні прилади, водонагрівачі), що призводить до частих відключень споживачів. Відзначимо, що такі перевантаження і відключення можуть привести до виходу з ладу обладнання, пожежі, тривалих переривів в електропостачанні і іншим наслідкам. Таким чином, реконструкція підстанції безумовно необхідна і актуальна.

Реконструкція та модернізації застарілого обладнання включає:

- заміну трансформатора
- заміну кабельних ліній 0,4кВ
- заміну повітряних ліній 0,4кВ
- заміну функціонально застарілих вимикачів 6 кВ;
- заміну вимикачів на стороні 0,4 кВ на автоматичні вимикачі;
- вибір системи АСКОЕ

Це дозволить уникнути аварійних ситуацій у зв'язку з підвищеною ймовірністю відмови застарілого обладнання, скоротити експлуатаційні витрати на обслуговування і ремонт існуючого обладнання, підвищити безпеку праці персоналу. Прийняті рішення щодо реконструкції вимагають

визначення економічних показників, а саме капітальних витрат та експлуатаційних витрат.

3.2 Розрахунок капітальних витрат

Розрахунок капітальних витрат на реконструкцію ТП виконаємо за показниками вартості її основних елементів: силових трансформаторів, вимикачів навантаження з запобіжниками, автоматичних вимикачів з боку 0,4 кВ.

Капітальні витрати на здійснення варіанту розраховуються наступним чином:

$$K = K_{об} + K_{тр} + K_{мн}$$

де $K_{об}$ – вартість обладнання, тис. грн;

$K_{тр}$ – транспортно-заготівельні і складські витрати, тис. грн;

$K_{мн}$ – витрати на монтаж-налагоджувальні роботи, тис. грн;

Розрахунок капітальних витрат наведено в таблиці 3.2.1 за даними заводів- виробників і представників ринку електрообладнання

Таблиця 3.2.1 – Розрахунок капітальних витрат

Найменування	Тип	Ціна: тис.грн/шт., тис.грн/м.	Кількість: шт,м	Вартість обладнання $K_{об}$: тис.грн
Трансформатор	ТСЗ-630-У1	258	2	516
Вимикач 6кВ	ВРС-6	51	1	51

Кінець таблиці 3.2.1				
Автоматичний вимикач 0,4кВ	A2B 250 MF 160-1920 3р	3,8	1	3,8
Автоматичні вимикач 0,4кВ	A3N 400 TMF 400- 4000 3р F F	13,4	2	26,8
Автоматичний вимикач 0,4кВ	A3S 630 ELT-LI In=630 3р F	17	1	17
Автоматичний вимикач 0,4кВ	A2N 250 TMF 250- 2500 2р F F	5,1	1	5,1
Трансформатор струму	ТОПА-0.66	0,75	1	0,75
АПВВГ	1x70-1	82,7(грн/м)	14 м	1,15
СП-5	1x50	56,65	225 м	12,75
АПВВГ	1x240-1	182	21 м	3,8
СП-5	4x120	284,7	240 м	68,1
АВББШв	1x500-1	474	359 м	170,1
АПВВГ	1x120-1	93	25 м	2,3
СП-5	1x70	68,9	301 м	20,7
Лічильник	НІК 2104	1,38	77	106,26
Лічильник	НІК 2303L	3,1	1	3,1
Контролер	НІК КС-02- 08	15	1	15
Шафа	АСКОЕ- побут PLC	2,9	1	2,9
			Всього	1026,56

Таблиця 3.2.2 – Постачальники обладнання

Найменування обладнання	Постачальник
Високовольтна апаратура	ТОВ «СЛАВГОР ЕНЕРГО УКРАЇНА» - Детальніше: https://slavgorenergo.com.ua/
Трансформатори струму	«СталевЕнерго» м.Київ, бульвар Вацлава Гавела 4, Офісний центр «Діамант», офіс № 322.
Автоматичні вимикачі	ABB (ABBN: SIX Swiss Ex) https://global.abb/group/en
Кабель та провід	ПАО «ЗАВОД ЮЖКАБЕЛЬ» Ул. Автогенная, 7, г. Харьков, 61099, Україна ИНН: 002145320398, ЕГРПОУ: 00214534. Детальніше https://yuzhcable.com.ua/
Система АСКОЕ	ПП "АТ ЕЛЕКТРО", офіційний дистриб'ютор заводу ТОВ "Нік - Електроніка", +380 (56) 785-19-63

$$K_{обЕ} = \sum K_{об.і} = 1026,56 \text{ тис. грн}$$

Монтажно налагоджувальні роботи:

$$K_{МН} = \sum (Ч_i * a_i * t_i) * K_d * K_{см} * K_{пр} = \sum (4 * 70 * 176) + (1 * 85 * 176) * 1,05 * 1,22 * 1,07 = 86,61 \text{ тис. грн}$$

де $Ч_i$ – чисельність працівників i -го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чол.;

a_i – годинна тарифна ставка працівника i -го розряду, грн.;

t_i – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), год.;

K_d – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

K_{cm} – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

$K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

Демонтаж застарілого обладнання:

$$З_{пр} = 0,5 * K_{MH} = 43,3 \text{ тис.грн}$$

Транспортно-заготівельні і складські витрати:

Згідно тарифами компанії Della Group доставка усіх матеріалів буде коштувати:

$$K_{тр} = 25,5 \text{ тис. грн}$$

Капітальні витрати:

$$K = K_{обЕ} + K_{MH} + K_{тр} + З_{пр} = 1026,56 + 86,61 + 25,5 + 43,3 = 1182 \text{ тис. грн}$$

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

Основні статті витрат:

1. Амортизаційні відрахування (C_a).
2. Заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_z).
3. Відрахування на соціальне страхування (C_c).
4. Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання і мереж (C_T).
5. Вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або витрат електроенергії (C_e).
6. Інші витрати (C_{in}).

Таким чином загальні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_m + C_{in} + C_e$$

В даній роботі розрахунок заробітної плати (C_z), соціальний внесок (C_c) та вартість електроенергії (C_e) не розраховуються, так як на ТП-46 не знаходиться робочий персонал, а електроенергія лише передається до споживачів, а не споживається.

Розрахунок експлуатаційних витрат ведеться за проектним варіантом.

3.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Податковим кодексом України дозволено використовувати прямолінійний (пропорційний) метод амортизації, при якому річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується, на строк корисного використання об'єкта основних засобів. Вартістю основних засобів і нематеріальних активів, що амортизується, є первісна або переоцінена

вартість основних засобів і нематеріальних активів за вирахуванням їх ліквідаційної вартості:

$$\Phi_a = \Phi_n - Л,$$

де Φ_n – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

Л – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$H_a = \frac{\Phi_n - Л}{\Phi_n * T_n} * 100\%$$

$$H_a = \frac{1182 - 110}{1182 * 10} * 100 = 9 \%$$

де T_n – термін корисного використання (амортизаційний період).

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$AO = \frac{\Phi_n * H_a}{100}$$

$$AO = \frac{1182 * 9}{100} = 106,4 \text{ тис. грн}$$

Таблиця 3.3.1 – Розрахунок відрахувань

Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, тис. грн
Проектний варіант	1182	9	106,4

$$C = 106,4 + 17,7 = 124,1 \text{ тис.грн}$$

3.3.2 Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть визначатися за фактичними даними підприємства.

Визначимо укрупнено від відсотка (1,5% для КЛ та ПЛ, у тому числі ел.устаткування) з капітальних витрат:

$$C_m = 1182 \cdot 0,015 = 17,7 \text{ тис.грн}$$

3.3.3 Визначення інших витрат

Інші витрати по експлуатації об'єкта включають витрати з охорони праці, на спецодяг та ін. Так як на об'єкті нема постійного персоналу ці витрати дорівнюють нулю.

3.4. Розрахунок річної економії від впровадження науково-технічного рішення

Головний фактор річної економії електроенергії від впровадженого науково-технічного рішення (E_{kp}) полягає у впровадженні системи АСКОЕ. Основною користю таких нововведень є дистанційний контроль за станом лічильників та фактичного споживання електроенергії. Саме через наявність таких функцій, АСКОЕ дозволяє розподільчим компаніям скорочувати штат контролерів енергонагляду. Зазвичай, дві особи: для побутових та промислових споживачів відповідно. Середня заробітна плата одного контролера становить 10500 гривень на місяць. Якщо скоротити даний персонал, то вже через 1 рік:

$$E_{kp} = (10,5 * 2) * 12 = 252 \text{ тис.грн}$$

Повна річна економія від впровадження прийнятого науково-технічного рішення визначається з урахуванням експлуатаційних витрат по даному об'єкту, економія здійснюється за рахунок автоматизації та дистанційного контролю, тому знаходимо за наступною формулою:

$$E_{kn} = E_{kp} - C$$

$$E_{kn} = 252 - 124,1 = 127,9 \text{ тис.грн}$$

3.5. Визначення та аналіз показників економічної ефективності

Оцінка економічної ефективності розглянутих в дипломному проекті технічних і організаційних рішень здійснюється на основі визначення та аналізу наступних показників:

а) розрахункового коефіцієнта ефективності (прибутковості) капітальних витрат E_p ;

б) терміну окупності капітальних витрат T_p .

Коефіцієнт ефективності (прибутковості) капітальних витрат E_p показує, скільки гривень додаткового прибутку (економії) приносить одна гривня капітальних витрат:

$$E_p = E_{кп} / K_{np}, \text{ долі од.},$$

де $E_{кп}$ - загальна річна економія від впровадження об'єкта проектування, тис. грн.;

$$E_p = 127,9 / 1182 = 0,108 \text{ долі.од}$$

Термін окупності капітальних витрат T_p показує, за скільки років вони окупляться за рахунок загальної економії від впровадження прийнятого технічного рішення:

$$T_p = K_{np} / E_{кп}, \text{ років}$$

$$T_p = 1182 / 127,9 = 9,2 \text{ років}$$

Для остаточної оцінки варіантів і вибору найбільш ефективного з них необхідно порівняти розрахункове значення E_p з нормативним значенням E_n .

Проект (варіант) капітальних вкладень визнається доцільним за умови:

$$E_p > E_n$$

При $E_p < E_n$ варіант є збитковим і більш економічним визнається відмова від його реалізації.

Нормативне значення коефіцієнта ефективності визначається з таких міркувань.

Визначаємо нормативне значення коефіцієнта ефективності виходячи з прийнятної для підприємства індивідуальної норми прибутковості:

$$E_n = 1/T_{оч}$$

де $T_{оч}$ – очікуваний, прийнятний для підприємства термін окупності капітальних вкладень, років (5 років для електрообладнання).

$$0,108 > 1/10 = 0,108 > 0,1$$

Результати техніко-економічного обґрунтування ефективності впровадження результатів кваліфікаційної роботи оформлюємо у вигляді таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – порівняльна оцінка техніко-економічних показників

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Базовий (альтернативний) варіант	Проектний варіант	Зміни у порівнянні з альтернативним варіантом	
					± (тис. грн)	%
1	2	3	4	5	6	7
1	Капітальні витрати	тис. грн.	-	1182		
	Експлуатаційні витрати всього	тис. грн.	-	124,1	-	-
	у тому числі: * амортизаційні відрахування	тис. грн.	-	106,4	-	-
	* технічне обслуговування та поточний ремонт	тис. грн.	-	17,7	-	-
	Річна економія всього	тис. грн.	-	127,9	-	-
4	Розрахунковий коефіцієнт ефективності	долі од.	-	0,108	-	-
5	Розрахунковий термін окупності капітальних вкладень	років	-	9,2	-	-

3.6 Висновки до розділу

За результатами розрахунків в економічному розділі було визначено, загальні капітальні інвестиції, визначена повна річна економія та визначені показники економічної ефективності.

Аналіз показників економічної ефективності показав, що запропоновані у кваліфікаційній роботі рішення, а саме заміна обладнання ТП є економічно

доцільною, так як термін окупності склав 9,2 роки з мінімально допустимого значення у 10 років (термін корисного використання).

Висновки

У кваліфікаційній роботі бакалавра вирішена задача реконструкції системи електропостачання 0,4-10 кВ житлового мікрорайону міста Дніпро.

В ході розрахунку було обрано силові трансформатори, високовольтні вимикачі, кабельні та повітряні лінії електропередач, трансформатори струму, систему обліку електричної енергії. Нове обладнання відповідає сучасному рівню наукових та технічних досягнень в області енергозбереження.

В цілому за попередніми розрахунками можна сказати, що проект з реконструкції енергопостачання мікрорайону економічно та енергетично вигідний.

Перелік посилань

1. ПУЕ 2017 Правила улаштування електроустановок, Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
2. ДБН В.2.5-23 2010. Інженерне обладнання будинків і споруд, (Ю. Громадський – керівник розробки; М. Белов – відповідальний виконавець; М. Громадський)
3. СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49-2011
4. <https://yuzhcable.com.ua/> (Завод «ПіденКабель»)
5. СОУ-Н МПЕ 40.1.20.509-2005. Експлуатація силових кабельних ліній напругою до 35 кВ, ДП «ДонОРГРЕС» Г. М. Шкуринський, С. О. Антонович, Н. М. Нікіточкіна
6. СОУ-Н МПЕ 40.1.20.510.:2006. Методика визначення економічно доцільних обсягів компенсації реактивної енергії, яка перетікає між електричними мережами електропередавальної організації та споживача
7. ДБН В.2.5-16-99 Інженерне обладнання зовнішніх мереж. Визначення розмірів земельних ділянок для об'єктів електричних мереж.
8. Г.Г. Півняк, Ф.П. Шкрабець, В.П. Довгань. Електричні машини. Навчальний посібник / -Дніпропетровськ, Видавництво Національного гірничого університету, 2003.
9. <https://global.abb/group/en> (Каталог вимикачів)
10. <https://axiomplus.com.ua/silovyie-transformatoryi/product-86097/> (Каталог трансформаторів)
11. Вимоги нормо контролю, Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4		Пояснювальна записка	88	
5					
6			Графічні матеріали		
7					
8			Презентація		
9					

ДОДАТОК