

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

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(інститут)

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ

(факультет)

Кафедра СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Приходька Анатолія Сергійовича

(ПІБ)

академічної групи ЕЕ-15-1

(шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_

(офіційна назва)

на тему: Реконструкція закритої трансформаторної підстанції 6/0,4 кВ міських електричних мереж

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Луценко І.М.			
розділів:	Луценко І.М.			
Вступна частина	Луценко І.М.			
Основна частина:	Луценко І.М.			
Економічний	Тимошенко Л. В.			
Охорона праці	Лутс І. О.			
<b>Рецензент</b>				
<b>Нормоконтролер</b>	Олішевський Г.С.			

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
систем електропостачання

(повна назва)  
\_\_\_\_\_ Випанасенко С.І.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню** бакалавр  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студенту Приходька А. С. академічної групи ЕЕ-15-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_

(офіційна назва)

на тему \_\_\_\_\_,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Вступна частина</i>	Виконати аналіз поточного режиму роботи ТП-6/0,4 визначити проблеми експлуатації електрообладнання.	15.05.19
<i>Основна частина</i>	Виконати обґрунтований вибір основного електрообладнання ТП-6/0,4	31.05.19
<i>Економічний</i>	Визначити техніко-економічні показники проекту: капітальні та експлуатаційні витрати, термін окупності проекту.	05.06.19
Охорона праці	Розробка інженерно-технічних заходів з охорони праці при експлуатації об'єкту.	10.06.19

Завдання видано \_\_\_\_\_ Луценко І.М.  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 26.04.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_ Приходько А. С.  
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 69 стор., 4 рис., 15 табл., 2 додаток., 8 джерел.

**Реконструкція закритої трансформаторної підстанції 6/0,4 кВ міських електричних мереж.**

Об'єкт дипломного проекту: трансформаторна підстанція 6/0,4кВ.

У вступній частині приведено аналіз обладнання ТП-6/0,4 кВ та характеристика споживачів 0,4кВ.

В основній частині виконані розрахунки електричних навантажень, в результаті яких були вибрані доцільні до використання електричні апарати.

Економічне обґрунтування проекту виконано шляхом розрахунків капітальних і експлуатаційних витрат на реалізацію проекту, а також визначені фонд заробітної плати персоналу і термін окупності проектного рішення.

Щодо охорони праці, обґрунтовані заходи безпеки при експлуатації об'єкту розраховане захисне заземлення

Розроблене технічне рішення може бути реалізовано за 2,85 років.

## ЗМІСТ

1 ВСТУП	6
1.1 Характеристика підприємства	7
1.2 Аналіз електроапаратів міських електричних мереж	8
1.3 Розподільні пристрої 0,4-10 кВ	10
1.4 Аналіз встановленого в ТП-06/0,4 обладнання і характеристика споживачів 0,4 кВ	13
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	16
2.1 Аналіз фактичних режимів роботи трансформаторів ЗТП-6/0,4кВ	17
2.2 Визначення відпрацьованого ресурсу і зносу ізоляції обмоток трансформаторів	20
2.3 Розрахунок електричних навантажень споживачів	25
2.4 Вибір ліній 6 кВ	33
2.5 Вибір високовольтних вимикачів.	37
2.6 Вибір ввідних вимикачів 0,4 кВ	19
2.7 Вибір секційного вимикача.	40
2.8 Вибір захисних апаратів і провідників окремих споживачів.	41
2.9 Вибір вимірювальних трансформаторів струму.	43
3. Техніко-економічне обґрунтування	46
3.1 Мета і завдання	47
3.2 Розрахунок капітальних витрат	48
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат	50
3.4 Визначення річного збитку	53
3.5 Показники економічної ефективності проекту	53
4 Охорона праці	56
4.1 Короткий опис об'єкта	57
4.2. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів	57
4.3 Інженерно-технічні заходи з охорони праці на підстанції	58
4.4 Пожежна профілактика на підстанції	62

4.5 Розрахунок заземлюючого пристрою методом наведених потенціалів	63
ВИСНОВКИ	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68
ДОДАТОК А Відомість матеріалів дипломного проекту	69

# Вступ

## 8.5. Характеристика підприємства

ПАТ «підприємство по експлуатації енергетичних мереж «Центрального енергетична компанія» була заснована 28 лютого 2002. Під час цього періоду ПАТ «ПЕЕМ «ЦЕК» зібрав, відновив і привів до належного технічного стану кинуті електричні мережі і забезпечує високу якість електроенергії передачі споживачам в містах, Дніпро, Павлоград, Кривий Ріг, Інгулець, Біла Церква, Апостолове, Жовті Води, смт. Гвардійське.

Компанія займається такими видами діяльності:

- передача електричної енергії;
- заміну лічильників електричної енергії;
- Заміна трансформаторів 0,4кВ;
- вимірювання втрат напруги в ланцюгах живлення трансформаторів напруги 6-330 кВ з видачою протоколів вимірювань (лабораторія вимірювання втрат напруги має свідоцтво про атестацію для виконання цих робіт);
- вимірювання навантаження у вторинних ланцюгах трансформаторів струму і напруги 6-330 кВ (лабораторії має сертифікат для виконання цих робіт);
- Державна перевірка та атестація трансформаторів струму і напруги 6-35 кВ, разом з Державними центрами стандартизації та метрології (зняття характеристик з трансформаторів струму і напруги, оформлення протоколів, видача документів про перевірку);
- параметризація лічильників електричної енергії від різних виробників, які схвалені для використання в Україні, державного реєстру засобів вимірювальних приладів;
- позаплановий техогляд лічильників електричної енергії;
- повторне підключення електроустановок споживачів;
- тестування всіх видів електрообладнання 6-150 кВ
- повний аналіз трансформаторного масла;
- пошук несправностей і ремонт кабельних ліній 0,4-35 кВ

- Лабораторія має свідоцтво атестації та дозволу для тестування електрообладнання, електричних станцій і мереж, технологічного електрообладнання напругою, що перевищує 1000 В (до 150 кВ);

- послуги транспорту і спецтехніки ЗАТ «ПЕЕМ «ЦЕК».

Ліцензійний вид діяльності на постачання електричної енергії «Центральний енергетична компанія» буде здійснювати відповідно до нормативно-правових документів України, які регулюють вид діяльності згідно з тарифами, які встановлює НКРЕКУ .

## **1.2 Аналіз електроапаратів міських електричних мереж**

Високовольтні комутаційні апарати призначені для виконання оперативних і експлуатаційних перемикань, включення або відключення електричних ланцюгів з напругою понад 1000 В. Залежно від розміру струму навантаження і умов праці, вони діляться на три основні групи:

- апарати для оперативного перемикання мережі без струм навантаження або дуже малої навантаження струмів (Роз'єднувачі)

- апарати, які використовуються для розриву струму під навантаженням не перевищує нормальних значень (Роз'єднувачі навантаження);

- апарати, які розривають будь-які навантаження струмів, включно струм короткого замикання (вимикачі).

Апарати кожної групи мають різні контакти системи, пристосовані для безперервної нормальної роботи в цих умовах. Комутаційні апарати оснащені приводними пристроями, що дозволяє виконувати їх ручне, дистанційне або автоматичне керування.

Вимикач є основним апаратом в електроустановках, він служить для увімкнення або вимкнення цієї мережі в будь-яких режимах: безперервного навантаження, перевантаження, коротке замикання , холостий ход, несинхронна робота. Найбільш важких і складних операція є відключення струмів КЗ і включення на існуючих коротке замикання.

До вимикачів високої напруги пред'являють такі вимоги:



- надійне вимкнення будь-яких струмів (від десятків ампер до номінальний струму відключення)
- швидкість дії, тобто найкоротший термін відключення;
- придатність для швидкісного автоматичне повторне включення, тобто швидке включення відразу після вимкнення;
- можливість фазного(на полюсі) контролю для автоматичних вимикачів 110 кВ і вище;
- Простота ревізії та огляду контактів;
- вибухової та пожежної безпеки;
- зручність транспортування і використання.

Трансформатори струму призначені для підключення вимірювальних приладів та релейного захисту пристроїв, вони ізолюють пристрої від напруги установки і перетворюють значення струмів до зручних для вимірювання за допомогою стандартних пристроїв або підключення стандартних реле. ТС виготовляються на номінальний струм 5 А (рідше 1 А).

В установках вище 1000 В вторинні обмотки ТС заземляють, щоб при пробі ізоляції між первинною і вторинною обмотками запобігти появі високого потенціалу у вторинних ланцюгах.

Трансформатори напруги призначені для зниження високої напруги до стандартного значення 100 або 66,6 В і для відділення ланцюгів вимірювання та релейного захисту від первинних ланцюгів високої напруги.

Роз'єднувачі призначені для включення і відключення електричних ланцюгів напругою вище 1000 В без навантаження і для створення в них видимого розриву.

Роз'єднувачі не мають спеціальних дугогасяючих пристроїв і тому ними не можна розривати ланцюга, в яких може виникнути електрична дуга. В окремих випадках дозволяють відключати роз'єднувачем електричні ланцюги при протіканні в них невеликих струмів, значення і характер яких регламентовані Правилами технічної експлуатації.

### 1.3 Розподільні пристрої 0,4-10 кВ

**КСО-393** (камери збірні одностороннього обслуговування), а також шинні мости до них, призначені для комплектації розподільчих пристроїв (РУ / РП) і тупикових трансформаторних підстанцій (ТП) напругою 6 і 10 кВ змінного струму систем з ізольованою нейтраллю. КСО-393 призначені для установки в районах з помірними кліматичними умовами всередині приміщень (від -30 С до +45 С).

КСО 393 виробляється зі ступенем захисту IP20 або IP54.

Усередині камери КСО 393 розміщена апаратура головних ланцюгів:

- ВНПР – вимикач навантаження з пружинним приводом (камери 03, 04, 05, 06, 08, 09 і 24);
- РРЗ – роз'єднувач з заземлюючими ножами (камери 01, 02, 07, 14, 14Л);
- ВВ / TEL – вимикач вакуумний з електромагнітним приводом (камери 12В, 14В і 17В);
- трансформатори напруги (камери 10, 11);
- ОМ-1,25 / 10 / 0,23 – трансформатор власних потреб (камера 23)
- ТМГ-25/10 / 0,4 – трансформатор власних потреб (камера 23М).

У камерах КСО-393 з вакуумним вимикачем передбачається комплект захистів (МТЗ, ТО, перевантаження).

Приєднання до зовнішньої мережі КСО-393 – кабельне (не більше чотирьох кабелів перетином до 185 мм<sup>2</sup> через кабельний канал або отвір, на якому встановлені камери). Також є можливість приєднання шинами (камери 24 і 17В).

Камери КСВ-393 комплектуються торцевими панелями і інвентарними перегородками.

При двохрядном розміщенні камери КСВ-393 укомплектовані шинним мостом з роз'єднувачами (ШМР) або без них (ШМ). Шинний міст встановлюється тільки на крайні камери. Відстань між фасадами камер КСО-393 становить 2000 мм (ШМР-1 і ШМ-1); 2500 мм (ШМР-2 і ШМ-2) 3000 мм (ШМР-3 і ШМ-3).

При наявності шинного моста висота КСО-393 становить 2500 мм.

Для КСВ-393 зі ступенем захисту IP54 глибина камер КСВ-393 – 1050 мм.

*Панелі розподільного щита 0,4 кВ типу ЩО-70*

**Основні характеристики:**

- Номінальна напруга на збірних шинах 380/220 В;
- Частота, Гц 50;
- Номінальні струми збірних шин, А 250,400,630,1000,1600,2000;
- Число ліній, що відходять 1, 2, 4, 6.

Електродинамічна стійкість збірних шин і відпаек від них, кА:

- для вступних і секційних панелей до 630 А – 30 кА;
- для вступних і секційних панелей від 630 до 1600 А – 30/50 кА;
- для лінійних панелей – 30/50 кА.

Щити ЩО-70 забезпечують ефективне рішення широкого спектра завдань, пов'язаних з управлінням, захистом і обслуговуванням освітлювального обладнання. Конструкція оснащується необхідними рубильниками, автоматами захисту та іншими вузлами, що дозволяють комутувати ланцюги на об'єктах виробничого, житлового та адміністративного призначення, включаючи прилеглі території та окремі майданчики.

Розподільний щит ЩО 70 виконаний у вигляді металевого прямокутного короба зі спеціальними вирізами для проводки і сталевими дверима, що забезпечує швидкий доступ до внутрішнього простору. У середині щитка розташовується певна кількість модулів, точна їх кількість залежить від особливостей обслуговуваної мережі.

Для запобігання випадкових контактів з струмопровідними частинами щити серії ЩО-70 можуть оснащуватися оперативної панеллю з ізоляційного матеріалу. Вирізи для проводів передбачені як у верхніх панелях, так і знизу корпусу. У комплектації щитів освітлення можуть використовуватися вузли, які виконують додатковий захист від перевантажень з напругою мереж до 380 В. Універсальна конструкція дозволяє встановлювати органи управління на двері,

забезпечуючи тим самим максимально швидкий доступ до рубильників і захист операторів.

*Особливості експлуатації.* Для безперервної та ефективної роботи щити ЩО-70 вимагають дотримання певних умов експлуатації:

- відсутність вибухонебезпечних речовин в кімнаті або приміщенні;
- відносний рівень вологості повітря не більше 60%;
- висота установки щита ЩО над рівнем моря в межах 2000 м;
- стійка підставка, що не передає вібрації, а також відсутність ударних навантажень;
- суворе дотримання допустимих обмежень по концентрації корозійно-агресивних речовин, що сприяють порушенню цілісності металевих елементів щитка і полімерів, що застосовуються в ізоляції.

#### 1.4. Аналіз встановленого в ТП-06/0,4 обладнання і характеристика споживачів 0,4 кВ

Трансформаторна підстанція 6 / 0,4 кВ забезпечує електропостачання побутових та юридичних споживачів.

Таблиця 1.1

Склад і характеристика споживачів ТП-6/0,4

Споживач	Характеристика	Кількість квартир / площа / місяця
ПП (кіоск)	Кіоск	15 м <sup>2</sup>
Адміністративна будівля	Адміністративна будівля	150 кВт
ПП (магазин)	магазин	40 м <sup>2</sup>
Установа зв'язку	установка зв'язку	6 кВт
Підприємство роздрібна торгівля	Підприємство роздрібної торгівлі	650 м <sup>2</sup>
Дитячий садок	Дошкільний навчальний заклад №309	195 дітей
Адміністративна будівля	Адміністративна будівля	
Будинок №1	Житловий будинок, 12 поверхів, з під'їздом	187 квартири
Будинок №2	Житловий будинок, 16 поверхів	83 квартири
Будинок №3	Житловий будинок, 16 поверхів	83 квартири
Будинок №4	Житловий будинок, 16 поверхів	83 квартири
Будинок №5	Житловий будинок, 16 поверхів	83 квартири
Будинок №6	Житловий будинок, 16 поверхів	83 квартири
Котельня	котельня	160 кВт
Освітлення	Зовнішнє освітлення вулиць	50 кВт
Підприємство роздрібної торгівлі	Підприємство роздрібної торгівлі	195 м <sup>2</sup>

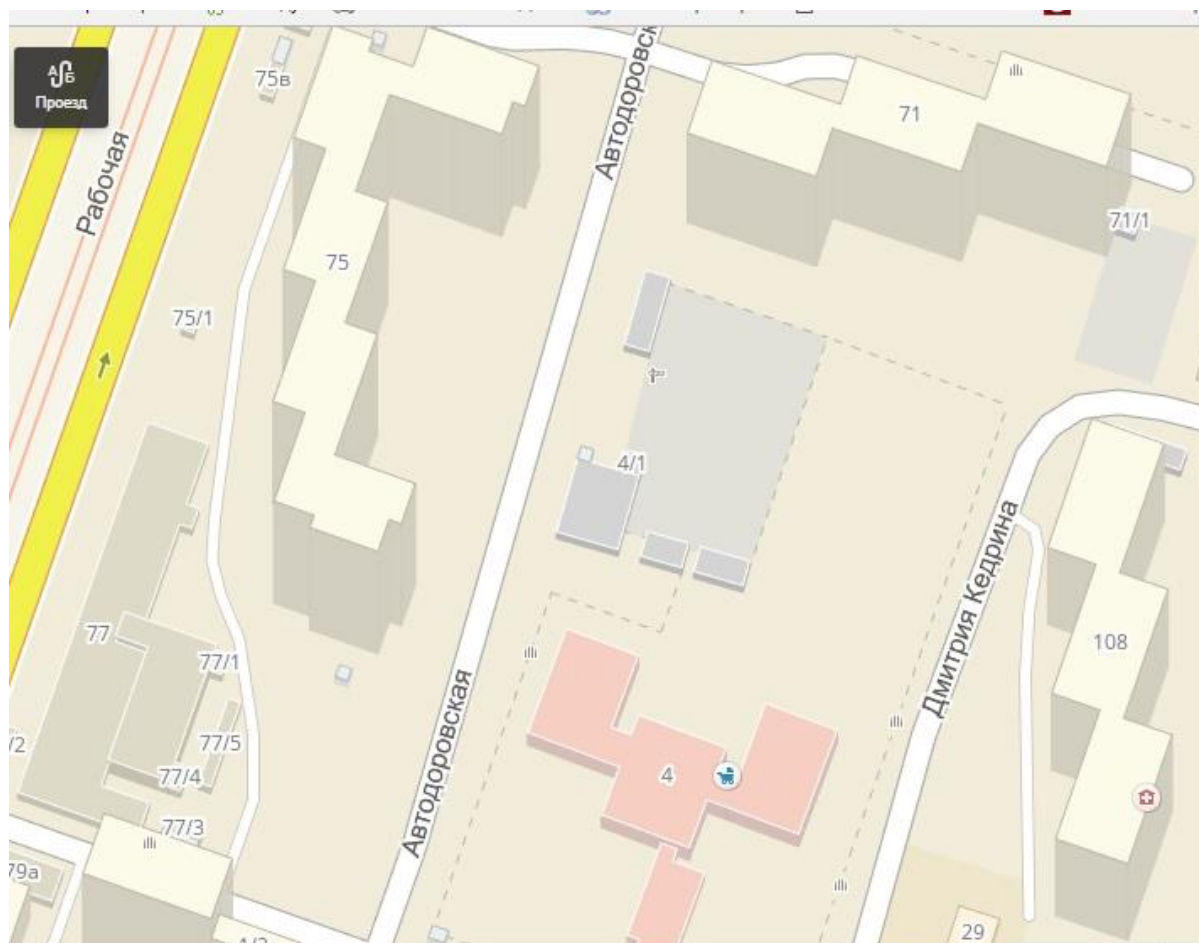


Рисунок 1.1 – Ситуаційний план району

### **Висновки по розділу**

Проведений аналіз встановленого на підстанції обладнання дозволив встановити, що в експлуатації перебувають такі апарати як вимикачі навантаження з боку 6 кВ з запобіжниками (вводи трансформаторів), рубильники РПС – для приєднань, що відходять з запобіжниками типу ПН-2 на стороні 0,4 кВ, два трансформатора типу ТМ потужністю по 1000 кВА. В зв'язку з розвитком району перерозподіл існуючих навантажень вимагають перерахунку і вибору номінальної потужності трансформаторів, яку планується встановити в рамках реконструкції підстанції, а також іншої апаратури: автоматичних вимикачів, провідників, високовольтних комутаційних апаратів і ін.

Причому, вибір трансформаторів виконаємо за фактичними навантаженнями (режимні виміри), а обладнання споживачів – з урахуванням норм ДБН, які враховують кондиціонування приміщень і комфортне електричне опалення.

## ВИСНОВКИ

Обґрунтовано заміну трансформатора, автоматичних вимикачів, провідників, високовольних комутаційних апаратів і ін.

Заходи з реконструкції підвищили надійність роботи підстанції, зменшили існуючі витрати на обслуговування.

Розроблені заходи з охорони праці дозволять знизити травматизм і нещасні випадки при експлуатації електротехнічного обладнання підстанції. Також розглянуті питання пожежної безпеки.

В економічній частині проекту виконаний розрахунок економічного ефекту від реконструкції підстанції.

Застосування розроблених технічних рішень дозволяє значно скоротити експлуатаційні витрати і збитки, маючи при цьому розрахунковий термін окупності проекту 2,85 років з капітальними витратами 1,548 млн. грн., тобто розроблений проект є доцільним для впровадження для даного підприємства.

Для більш детального ознайомлення з матеріалами кваліфікаційної роботи звертайтеся до заступника завідуючого кафедри електроенергетики проф. Луценко І.М.

Електронна адреса [lutsenko.i.m@nmu.one](mailto:lutsenko.i.m@nmu.one)