

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

(інститут)

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ

(факультет)

Кафедра ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Шишка Іван Олександрович

(ПІБ)

академічної групи 141-16-1

(шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup>

за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(офіційна назва)

на тему «Модернізація високовольтної підстанції "Міська 4"»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтингов ою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Луценко І.М.			
розділів:	Луценко І.М.			
Вступна частина	Луценко І.М.			
Основна частина:	Луценко І.М.			
Економічний	Дементьєва Н.В.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			
<b>Рецензент</b>				
<b>Нормоконтролер</b>	Олішевський Г.С.			

Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

електроенергетики

(повна назва)

Рогоза М.В.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

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

Студенту Шишка І.О. академічної групи 141-16-1

(прізвище та ініціали) (шифр)

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

за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(офіційна назва)

на тему «Модернізація високовольтної підстанції "Міська 4"»

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

Розділ	Зміст	Термін виконання
Вступна частина	Виконати аналіз проблем функціонування розподільчих електричних мереж та підстанцій в умовах операторів систем розподілу	15.05.20
Основна частина	Виконати обґрунтований вибір основного електрообладнання підстанції «Міська 4».	31.05.20
Економічний	Визначити техніко-економічні показники проекту: капітальні та експлуатаційні витрати, термін окупності проекту.	05.06.20
Охорона праці	Розробка інженерно-технічних заходів з охорони праці при експлуатації об'єкту.	10.06.20

Завдання видано \_\_\_\_\_ Луценко І.М.

(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 13.04.2020

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

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 69 стор., 2 рис., 17 табл., 8 джерел.

Об'єкт дипломного проекту: режими роботи та електрична частина підстанції «Міська-4» 35/10 кВ.

Мета дипломного проекту: розробка проекту з реконструкції підстанції 35/10 кВ «Міська-4».

У вступній частині приведено характеристику обладнання підстанції «Міська-4» та визначено задачі до вирішення в основній частині.

В основній частині виконані розрахунки щодо вибору електрообладнання 35 і 10 кВ. Виконані розрахунки рівнів струмів короткого замикання, визначено навантаження споживачів підстанцій та вибір обладнання.

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, виконані розрахунки витрати підприємств по основних фондах, визначений фонд заробітної плати робітників.

Щодо охорони праці, обґрунтовані заходи безпеки при експлуатації об'єкту були проведені заходи з забезпеченням безпеки будівельників і обслуговуючого персоналу.

Розроблене технічне рішення може бути реалізовано в реконструкції аналогічних об'єктів.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
ВСТУПНА ЧАСТИНА	
1.1 Аналіз проблем функціонування розподільчих електричних мереж та підстанцій в умовах операторів систем розподілу	7
1.2 Загальна характеристика високовольтної підстанції “Міська 4”	8
1.3 Основні вимоги до «режимних» замірів електроспоживання споживачів підстанції	9
1.4 Вимоги Норм технологічного проектування підстанцій 6-750 кВ щодо реконструкції електроенергетичних об’єктів	10
1.5 Споживачі підстанції «Міська-4»	16
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	
2.1 Вибір потужності трансформаторів за фактичним режиму роботи	18
2.2 Визначення розрахункових струмів	24
2.3 Розрахунок струмів короткого замикання	25
2.4 Розрахунок теплового імпульсу струму КЗ	29
2.5 Вибір вимикачів	31
2.6 Вибір трансформаторів струму	39
2.7 Вибір трансформаторів напруги	43
2.8 Вибір трансформаторів власних потреб підстанції	44
2.9 Вибір запобіжників для захисту ТН і ТСН	45
2.10 Вибір обмежувачів перенапруг	46
2.11 Вибір шин	48
2.12 Вибір ізоляторів шинних конструкцій	52
2.13 Вибір роз'єднувачів 35 кВ	54
2.14 Розробка конструкції підстанції	54
3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Мета і завдання	57
3.2 Розрахунок капітальних витрат	57

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат	59
3.4 Визначення та аналіз показників економічної ефективності проекту	62
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1 Короткий опис підстанції	64
4.2. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів	64
4.3 Інженерно-технічні заходи з охорони праці на підстанції	65
4.4 Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції 35/10 кВ	66
4.5 Пожежна профілактика і безпеку в надзвичайних ситуаціях	69
ВИСНОВКИ	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72

## ВСТУП

Зростання рівня аварійності в лініях електропостачання, трансформаторних підстанціях та розподільних пунктах, в першу чергу, викликане великою кількістю застарілого електрообладнання. При цьому, аварійні ситуації, як правило, супроводжуються довготривалими знеструмленнями споживачів електричної енергії, недовідпуском електроенергії споживачам та економічними збитками. Оскільки аварійні ситуації мають випадковий характер, а електричні мережі є складним об'єктом керування, то неможливо наперед передбачити всі оптимальні варіанти відновлення електропостачання знеструмлених споживачів. У той же час, рішення, які приймає оперативний персонал в таких ситуаціях, не завжди безпомилкові. Аналіз пошкоджень та відмов обладнання показав, що з вини оперативного персоналу відбулося майже 40% пошкоджень та відмов обладнання підстанцій 35-10 кВ та 22,8% відмов обладнання ТП і РП.

Також, найбільших витрат часу займає пошук та локалізація пошкодженого елемента мережі, а також пошук самого місця пошкодження. В реальних умовах цей час може становити п'ять та більше годин. Після знаходження місця пошкодження і встановлення його причин, виконується ремонт або заміна пошкодженого елемента лінії, що також потребує витрат часу. Отже, досить суттєвий проміжок часу витрачається на вмикання електроспоживачів після виконання ремонтно-відновлювальних робіт та відновлення нормальної схеми живлення. Таким чином, задача швидкого та автоматизованого пошуку найкращих шляхів відновлення електропостачання та максимально можливої сумарної потужності знеструмлених споживачів є досить актуальною.

Проте, дана задача набуває складності для вирішення, оскільки існує кілька альтернативних шляхів живлення електроспоживачів. Найбільшого поширення для розв'язання задачі відновлення живлення споживачів отримали методи та засоби штучного інтелекту та смартгрід-систем. Оскільки, у наш час триває процес оснащення трансформаторних підстанцій сучасними засобами обчислювальної техніки, це створює усі умови для автоматизації процесу відновлення електропостачання знеструмлених споживачів.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено модернізацію електрообладнання підстанції 35/10 кВ «Міська-4».

Розроблені рішення дозволять знизити число відмов обладнання, уникнути пов'язаних з цим збитків. Також значно зменшаться витрати на обслуговування масляних вимикачів, тому що вакуумні вимикачі не вимагають проведення трудомістких робіт або ремонтів протягом усього терміну експлуатації.

Основні показники проведення реконструкції з економічної точки зору оцінені в економічному розділі проекту:

- капітальні вкладення в проект - 11006 тис. грн;
- термін окупності - 10 років без залучення кредитних коштів.

Отримані результати підтверджують доцільність проведення даних заходів для підвищення ефективності роботи мереж 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)