

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

Інститут Електроенергетики  
(інститут)  
Електротехнічний факультет  
(факультет)  
Кафедра електроенергетики  
(повна назва)

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

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студентки Васько Анастасії Віталіївни  
(ПІБ)

академічної групи 141-18-1  
(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему: «Модернізація трансформаторної підстанції 110/10 кВ з заміною кабельної лінії 10 кВ»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Технологічний	Кошеленко Є.В.			
Спеціальний	Кошеленко Є.В.			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Охорони праці	Столбченко О.В.			

<b>Рецензент</b>				
------------------	--	--	--	--

<b>Нормоконтролер</b>	Олішевський Г.С.			
-----------------------	------------------	--	--	--

Дніпро  
2022

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

електроенергетики

(повна назва)

Папаїка Ю.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня бакалавра**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студентці Васько А.В. академічної групи 141-18-1

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему «Модернізація трансформаторної підстанції 110/10 кВ з заміною кабельної лінії 10 кВ»

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

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Технологічний</i>	Постановка задачі проектування	30.04.22...20.05.22
<i>Спеціальний</i>	Обґрунтування заходів з модернізації трансформаторної підстанції з заміною кабельної лінії	21.05.22...31.05.22
<i>Економічний</i>	Оцінка капітальних та експлуатаційних витрат, пов'язаних з модернізацією підстанції	01.06.22...07.06.22
<i>Охорони праці</i>	Розробка заходів з охорони праці на об'єкті	08.06.22...13.06.22

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

Кошеленко Є.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_

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

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

Васько А.В.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: стр.72; рис.4; табл.14; додатків 1; джерел 33.

Ключові слова: модернізація, підстанція, кабельна лінія, вимикачі, охорона праці.

Об'єкт розробки: Підстанція 110/10 кВ, кабельна лінія.

Мета: Модернізація підстанції 110/10 кВ та реконструкція кабельної лінії. Для:

- зменшення витрат на експлуатацію обладнання;
- зменшення втрат електроенергії;
- підвищення надійності електропостачання;
- підвищення якості електроенергії у споживачів.

Актуальність теми обумовлена тим, що погіршення технічного стану обладнання електричних підстанцій є однією з основних причин зростання виходу з експлуатації цього обладнання.

Експлуатація застарілого силового обладнання веде не тільки до перебоїв в електропостачанні у зв'язку з частим виникненням аварійних ситуацій, але й до зниження потужності, збільшення втрат в енергосистемі та меншої кількості електроенергії. Кабельні мережі зношені на 60 % та потребують капітального ремонту або заміни, тож оновлення підстанції 110/10 кВ та реконструкція наявної лінії є першим кроком до оновлення енергосистеми регіону. У свою чергу, експлуатація морально та технічно застарілих комплексів релейного захисту та автоматики (РЗА) може призвести до помилкових спрацьовувань захисту або навіть їх відмови, що у свою чергу призведе до розвитку небезпечних аварійних ситуацій та зниження надійності функціонування електроенергетичної системи (ЕЕС) в цілому.

В технологічному розділі приведено: характеристику наявного обладнання на підстанції та його стан, також приведена коротка характеристика споживачів та їх категорійність.

У спеціальному розділі: розраховано і обґрунтовано заміну трансформаторів, вимикачів, роз'єднувачів, живлячої лінії та обґрунтування та вибір кабельної лінії 10 кВ.

У економічному розділі розглянуто показники економічної ефективності.

В розділі охорона праці проаналізовано небезпечні та шкідливі чинники, розроблено інженерно технічні заходи з охорони праці, виконано протипожежний захист та розраховано захисне заземлення.

## Зміст

Вступ.....	5
<b>1. Технологічний розділ.....</b>	<b>7</b>
1.1 Характеристика наявної підстанції та її стан.....	8
1.2 Про приєднаних до підстанції споживачів.....	11
1.3 Огляд оновлених технічних рішень для підстанції.....	12
<b>2. Спеціальний розділ.....</b>	<b>18</b>
2.1 Причини оновлення трансформаторів.....	19
2.2 Визначення величини розрахункових робочих струмів.....	21
2.3 Розрахунок струмів короткого замикання.....	22
2.4 Розрахунок теплового імпульсу струму КЗ.....	24
2.5 Обґрунтування заміни живлячої лінії.....	25
2.6 Заміна вимикачів на стороні 110 кВ.....	26
2.7 Оновлення роз'єднувачів.....	29
2.8 Реконструкція КЛ-10 кВ ПС 110/10 кВ.....	32
<b>3. Економічний розділ.....</b>	<b>47</b>
Вступ.....	48
3.1 Розрахунок капітальних витрат на придбання необхідного обладнання та його монтаж.....	50
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на забезпечення роботи та обслуговування об'єкту проектування.....	53
3.3 Визначення річної економії від впровадження науково-технічного рішення.....	57
3.4 Визначення та аналіз показників економічної ефективності.....	58
Висновок.....	59
<b>4. Охорона праці.....</b>	<b>60</b>
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих чинників проектного технологічного процесу.....	61
4.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці.....	62
4.3 Протипожежний захист.....	65
4.4 Розрахунок захисного заземлення.....	66
Висновок.....	69
Перелік посилань.....	71

## Вступ

У дипломному проекті розглядається тема оновлення наявного обладнання підстанції та реконструкції кабельної лінії.

Мета роботи: Модернізація підстанції та реконструкція кабельної лінії. Для покращення якості та надійності електропостачання.

Актуальність теми обумовлена тим, що погіршення технічного стану обладнання електричних підстанцій є однією з основних причин зростання виходу з експлуатації цього обладнання.

Більша частина енергосистеми застаріла як фізично, так і морально і вимагає модернізації. За даними Національного енергетичного холдингу, знос первинного та вторинного обладнання досягає 70%, і більша частина обладнання електричних підстанцій відпрацювала 2–3 терміни служби від заявленого заводами-виробниками.

Експлуатація застарілого силового обладнання веде не тільки до перебоїв в електропостачанні у зв'язку з частим виникненням аварійних ситуацій, але й до зниження потужності, збільшення втрат в енергосистемі та меншої кількості електроенергії. Кабельні мережі зношені на 60 % та потребують капітального ремонту або заміни, тож оновлення підстанції 110/10 кВ та реконструкція наявної лінії є першим кроком до оновлення енергосистеми регіону. У свою чергу, експлуатація морально та технічно застарілих комплексів релейного захисту та автоматики (РЗА) може призвести до помилкових спрацьовувань захисту або навіть їх відмови, що у свою чергу призведе до розвитку небезпечних аварійних ситуацій та зниження надійності функціонування електроенергетичної системи (ЕЕС) в цілому.

Проектом передбачається заміна існуючого обладнання на більш сучасне:

Заміна масляних вимикачів на елегазові та вакуумні, дозволить виключити імовірність вибуху або пожежі.

Нові трансформатори дозволять підвищити пропускну здатність підстанції підвищити якість контактного з'єднання, ізоляції та масла. Старі трансформатори більш схильні до частого обслуговування, заміни масла, підвищений ризик виходу з ладу компонентів. Також новий трансформатор дозволить знизити втрати електроенергії, витрати на обслуговування.

Реконструкція кабельної лінії необхідна перш за все для того, щоб під'єднати ще одну знижувальну підстанцію та надати якісне електропостачання новим споживачам.

Наявна кабельна лінія не має необхідної пропускну здатності та працювала в перевантаженому режимі, що призводило до її перегріву та погіршення якості напруги. Внаслідок цього ізоляція швидше зношувалась. Руйнування оболонки веде до виходу силового кабелю з експлуатації, підвищується ризик виникнення короткого замикання. Кабельна лінія наявна

на підстанції вже відпрацювала нормативний термін служби, та страждає від погіршення: контактного з'єднання, ізоляції. Старі кабельні лінії більш схильні: до виходу з ладу та короткого замикання, тому підлягають заміні. Нова лінія дозволить знизити втрати електроенергії, уникнути перебоїв в енергопостачанні та підвищити якість напруги у споживачів

Модернізація підстанцій та реконструкція КЛ дозволять досягти наступних результатів:

- зменшити витрати на експлуатацію обладнання;
- зменшити втрати електроенергії;
- підвищити надійність електропостачання;
- підвищити якість електроенергії у споживачів.

Також була розглянута економічна частина проекту. Було розраховано:

- Капітальні витрати
- Експлуатаційні витрати
- Річні амортизаційні відрахування
- Річний фонд заробітної плати
- Відрахування на соціальні заходи
- Річні витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт
- Вартість втрат електроенергії
- Інші витрати

Було визначено:

- Річну економію від впровадження науково-технічного рішення.
- Показники економічної ефективності

У розділі з охорони праці було визначено:

- Основні небезпечні і шкідливі чинники проектного технологічного процесу
- Інженерно технічні заходи з охорони праці
- Протипожежний захист

Також було розраховано захисне заземлення.

## Висновок

У дипломному проекті було розроблено заходи щодо модернізації підстанції 110/10 кВ з реконструкцією кабельної лінії.

Модернізація у себе включає заміну:

- Наявного трансформатора ТРДН-40000/110 на два нових трансформатори ТРДН-25000/110. Оновлення обумовлене: збільшенням енергоспоживання споживачів, фізичним та моральним зносом.
- Наявних масляних вимикачів на елегазові (ЛТВ-72,5D1/В) та вакуумні (ВБЭ-110-25/1600У2). Оновлення обумовлене: підвищеною пожежо- і вибухо- безпекою, відказ від оновлення великого об'єму масла, та звільнення територій під нові об'єкти.
- Наявної живлячої лінії АПвЭСПнг-110 3х160 на Кабель АПвЭСПнг-110 3х185. Оновлення обумовлене: недостатньою пропускною спроможністю та погіршенням ізоляційних властивостей наявної лінії.
- Роз'єднувачів РГ-110/500УХЛ1 на нові РГ-110/1000УХЛ1. Оновлення обумовлене: підвищенням: безпеки обслуговуючого персоналу, електричної міцності контактів, пропускної здатності.
- Реконструкція кабельної лінії 10 кВ та зміна на нову АПвЕгаПу-20 3х600/70. Реконструкція обумовлена: приєднанням нового споживача, підвищити пропускну здатність та підвищити якість напруги у споживачів.

Також було проведено аналіз небезпечних і шкідливих чинників проектованого технологічного процесу. Серед них були:

1. Ризик електричного удару та електрошоку внаслідок:
  - удару блискавки у будівельний об'єкт або у його користувачів;
  - напруги систем електроживлення на частинах будівельного об'єкта, з якими можливий контакт його користувачів.
2. Опіки, внаслідок:
  - контакту з гарячими частинами будівельного об'єкта чи обладнання;
  - контакту через розпилення гарячих рідин або занурення в них;
  - впливу випромінюючих джерел.
3. Імовірність травматизму від машин та механізмів, що рухаються і обертаються.

Для забезпечення безпеки процесів були проведені заходи:

- використання технічно досконалого обладнання;

- розміщення обладнання, що забезпечує його вільне обслуговування;
- захисного заземлення електроустановок;
- використання при виконанні будівельно-монтажних робіт машин та механізмів, в конструкції яких закладені принципи охорони праці.

Заходи щодо захисту персоналу від травмування:

- перед початком робіт повинен бути проведений інструктаж;
- повинні бути встановлені знаки безпеки відповідно до вимог ПТЕЕС;
- на місці роботи повинна бути "знята" напруга, а електрообладнання заземлене;
- при виконанні робіт на висоті необхідно виконати заходи захисту від можливості падіння людей або предметів (наказ №62 від 27.03.2007р. Про затвердження Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті).

Було розраховано захисне заземлення:

- Як вертикальні заземлювачі використовуються сталеві стрижні діаметром 15 мм, довжиною 4,6 м. Занурені на 0,7 м від поверхні землі.
- Як горизонтальний заземлювач використовується кругла сталь діаметром 4 м. Занурена на 0,4 м від поверхні землі.

Виконано протипожежний захист:

Пожежна безпека забезпечується застосуванням негорючих конструкцій, заземленням устаткування, автоматичним відімкненням струмів короткого замикання, дотриманням нормативних габаритів та вимог ізоляційних матеріалів, виконанням відгалужень до вводів в будівлю ізольованими проводами.

В процесі експлуатації необхідно контролювати стан контактних з'єднань, ізоляції арматури, відсутність слідів дуги та оплавлення ошиновки, опір ізоляції силових мереж.

Проведено розрахунки економічної доцільності проекту, визначені показники періоду окупності, коефіцієнта ефективності, річних амортизаційних відрахувань, експлуатаційні витрати. Та річної економії від впровадження проекту. Розрахунки показали, що впровадження проекту є доцільним.

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)