

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 Голубицького Максима Андрійовича

(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 Розробка релейного захисту та систем збору та передачі даних підстанції 110 кВ

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Технічний розділ				
Спеціальний розділ				
Охорона праці				
Економічний				

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер				
----------------	--	--	--	--

Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

електроенергетики \_\_\_\_\_

(повна назва)

\_\_\_\_\_ Рогоза М.В. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020\_року

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

студенту \_\_\_\_\_ Голубицькому М.А. \_\_\_\_\_ 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 \_ Розробка релейного захисту та систем збору та передачі даних підстанції 110 кВ \_

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

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технічний розділ	Визначення основних даних проекту	
Спеціальний розділ	Розрахунок параметрів релейного захисту	
Охорона праці	Заходи щодо техніки безпеки на ПС	
Економічний	Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат	

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_

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

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Об'єкт розробки: релейний захист та системи збору та обробки даних підстанції 110кВ «Артилерійська».

Мета роботи: розробка релейного захисту трансформатору та приєднань 10кВ на підстанції 110кВ, та вибір системи передачі даних від обраних терміналів мікропроцесорного релейного захисту.

У вступі надаються основні дані по підстанції для подальшого розрахунку.

У технічному розділі визначаються тип релейного захисту, головні розрахункові дані, та вибір вимірювальних трансформаторів для кіл струму та напруги.

У спеціальному розділі релейного захисту визначаються параметри диференційного захисту трансформатору, уставки максимального струмового захисту та струмової відсічки, та обирається тип передачі даних.

У розділі охорони праці виконаний розрахунок заземлення ЗРП та описані заходи щодо безпечного виконання робіт, послідовність дій під час пожежі.

У економічному розділі розраховуються капітальні витрати та можливі експлуатаційні витрати на розробку релейного захисту та систем передачі даних.

## Зміст

РЕФЕРАТ .....	3
Зміст .....	4
Скорочення та умовні показники.....	6
ВСТУП.....	7
1 ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Загальні відомості.....	9
1.2 Опис терміналів захисту RET 615 та REF 615.....	12
1.3 Протоколи передачі.....	13
1.4 Протокол паралельного резервування.....	16
1.5 Протокол безшовного резервування.....	17
1.6 Відновлювальна кільцева типологія.....	18
1.7 Визначення розрахункових струмів. ....	19
1.8 Розрахунок струмів короткого замикання .....	20
1.9 Аперіодична складова струму КЗ .....	21
1.10 Розрахунок струмів КЗ від системи на стороні 10 кВ.....	22
1.11 Розрахунок струмів КЗ в кінцях живлячих кабельних ліній споживачів .....	24
1.12 Розрахунок теплового імпульсу струму КЗ .....	27
1.13 Вибір вимірювальних трансформаторів струму.....	29
1.14 Вибір вимірювальних трансформаторів напруги.....	32
1.15 Вибір джерел оперативного струму.....	35
2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....	36
2.1 Захист силового трансформатору 110/10 кВ .....	37
2.1.1 Струмовий захист сторони ВН.....	39
2.1.2 Струмовий захист сторони НН .....	40
2.2 Захист приєднань 10 кВ .....	41
3 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	43
3.1 Вступ.....	44
3.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів підстанції .....	44
3.3 Інженерно – технічні заходи з охорони праці на підстанції.....	44
3.4 Розрахунок заземлення .....	45
3.5 Безпека при надзвичайних ситуаціях .....	48
3.6 Вимоги до пожежної безпеки підстанції.....	49
4 ЕКОНОМІЧНИЙ .....	50
4.1 Вступ.....	51
4.2 Розрахунок капітальних витрат.....	52
4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	54
4.3.1 Визначення амортизаційних відрахувань .....	54

4.3.2 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт .....	55
4.4 Висновки .....	57
Висновок.....	58
Список літератури .....	59
Додаток А.....	61
Рецензія на дипломний проект.....	62

## Скорочення та умовні показники

МСЗ – максимальний струмовий захист

ТВ – струмова відсічка

ДЗТ – диференційний захист трансформатору

КЗ – коротке замикання

ТС – вимірювальний трансформатор напруги

ТН – вимірювальний трансформатор струму

МЕК – Міжнародна електрична комісія (International Electric Commission)

ІЕП – Інтелектуальний електричний пристрій

SCADA – система контролю та збору даних (Supervisory Control And Data Acquisition)

IP/TCP – протокол управління передачею даних (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

HSR – протокол паралельного резервування з'єднань (High-availability Seamless Redundancy)

PRP – Протокол постійного резервування (Parallel Redundancy Protocol)

RS - 485 – Рекомендований стандарт 485 (Recommended Standard)

RTU – Віддалений пристрій зв'язку (Remote Terminal Unit)

## ВСТУП

Завдання - розробити мікропроцесорний релейний захист підстанції в можливість збору та відправки даних.

Об'єктом реконструкції релейного захисту є підстанція «Артилерійська» з потужністю кожного трансформатору 40 МВА

Потужністю КЗ - 2000 МВА

Напругою – 110 кВ

Тип виконання – тупикова

Дані пор навантаження надані в табл. 1.1

Таблиця 1.1 – дані щодо навантажень підстанції

Навантаження	Потужність, МВт	$\cos \varphi$	Тип живлячого кабелю	Довжина, м
СП 1	4,01	0,87	АВВГ 3×95+1×50	1200
СП 2	6,96	0,91	АВВГ 3×240+1×120	865
СП 3	5,6	0,92	АВВГ 3×185+1×95	146
СП 4	6,16	0,94	АВВГ 3×240+1×120	400
СП 5	4,8	0,83	АВВГ 3×120+1×70	1050
СП 6	4,36	0,88	АВВГ 3×70+1×50	324
СП 7	6,84	0,9	АВВГ 3×240+1×120	375
СП 8	5,68	0,85	АВВГ 3×185+1×95	457
СП 9	6,2	0,91	АВВГ 3×185+1×95	720
СП 10	5,48	0,89	АВВГ 3×185+1×95	213

## Висновок

При виконання дипломного проекту були обрані мікропроцесорні термінали релейного захисту компанії АВВ.

Розглянуті, та обрані способи передачі даних. Які дозволяють накопичувати статистику щодо роботи підстанції та полегшувати роботу по контролю за її станом.

Розраховані капітальні вкладення в проект та можливі експлуатаційні витрати.

Розглянуті правила безпеки на об'єкті, та інструктажі щодо регулювання поведінки під час надзвичайних ситуацій.

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)