

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

Центр перепідготовки та заочного навчання

Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕІ ІВТ

_____ Приступа А.Л.

«_____» _____ 20__ р.

ВИПУСКНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

Підвищення ефективності функціонування ПС 35/10 кВ "Номінал"

галузь знань 14 "Електрична інженерія"

спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Виконавець

студент групи ЗМЕМп-191

Бойко А.К.

_____ (підпис)

Керівник

доцент кафедри ЕІ ІВТ, к.т.н.

Красножон А.В.

_____ (підпис)

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"
Центр перепідготовки та заочного навчання
Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ЕІ ІВТ
_____ Приступа А.Л.
«_____» _____ 20__ р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційний проект здобувача вищої освіти
освітнього ступеня "магістр" за спеціальністю
141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"
Бойку Антону Костянтиновичу

Тема проекту: Підвищення ефективності функціонування ПС 35/10 кВ "Номінал"

*Тему затверджено наказом ректора
від "03" листопада 2020 р. № 597-С*

1. Вихідні дані: існуюча схема електрична принципова ПС 35/10 кВ «Номінал»; навантаження за струмом в режимні дні ліній 10 кВ ПС 35/10 кВ «Номінал»; вихідні дані для розрахунку аварійних режимів ПС 35/10 кВ «Номінал», прайс-листи та каталоги електротехнічного обладнання; вихідні дані для розділу «Охорона праці».
2. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: вступ, характеристика об'єкта проектування, вибір кількості та потужності трансформаторів ПС 35/10 кВ «Номінал», розрахунки струмів короткого замикання на шинах ПС 35/10 кВ «Номінал», вибір обладнання ПС 35/10 кВ «Номінал», релейний захист ліній 10 кВ ПС 35/10 кВ «Номінал», охорона праці, висновки.
3. Перелік графічного матеріалу:
 - 1) Схема електрична принципова ПС 35/10 кВ «Номінал».
 - 2) План та розрізи ПС 35/10 кВ «Номінал».
 - 3) Контур заземлення ПС 35/10 кВ «Номінал».
 - 4) Техніко-економічні показники.
 - 5) План та розріз підстанції ПС 35/10 кВ «Номінал»

Календарний план

№	Назва етапів проекту	Термін виконання	Примітки
1.	Характеристика об'єкта проектування	30.09.2020	
2.	Вибір кількості та потужності трансформаторів ПС 35/10 кВ «Номінал»	18.10.2020	
3.	Розрахунки струмів короткого замикання на шинах ПС 35/10 кВ «Номінал»	31.10.2020	
4.	Вибір обладнання ПС 35/10 кВ «Номінал» на стороні 35 кВ	08.11.2020	
5.	Вибір обладнання на стороні 10 кВ	22.11.2020	
6.	Релейний захист ліній 10 кВ ПС 35/10 кВ «Номінал»	01.12.2020	
7.	Охорона праці	05.12.2020	
8.	Оформлення та здача проекту на перевірку	14.12.2020	

Завдання підготував

керівник доцент кафедри ЕПВТ _____

(підпис)

Красножон А.В.

«__» _____ 20__ р.

Завдання одержав

студент групи ЗМЕМп-191 _____

(підпис)

Бойко А.К.

«__» _____ 20__ р.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційний проект складається із пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка містить 80 сторінок, 16 рисунків, 24 таблиці, 48 джерел переліку посилань та 4 додатки. У графічній частині 4 аркуші формату А1 та 1 формату А3.

Об'єктом проектування є ПС 35/10 кВ «Номінал», яка розташована у Волочиському районі Хмельницької області.

Метою даного дипломного проекту є підвищення ефективності функціонування підстанції 35/10 кВ «Номінал». Всі необхідні дані для виконання кваліфікаційної проекту були отримані від оператора системи розподілу.

Для досягнення поставленої мети запропоновано оновити старе обладнання на більш сучасне, яке дозволить зменшити експлуатаційні витрати. Було розраховано аварійні режими роботи підстанції, а також виконано розрахунок заземлення підстанції та її блискавкозахисту. Обрано нові трансформатори струму для покращення точності обліку та трансформатори напруги які мають покращені характеристики та здатні протистояти явищу феррозонансу. Було розраховано та перевірено релейний захист для ліній 10 кВ ПС 35/10 кВ «Номінал» Було обчислено техніко-економічні показники для визначення необхідного обсягу капіталовкладень та терміну окупності.

ЕЛЕКТРИЧНА ПІДСТАНЦІЯ, ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ, РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ, ЗАХИСНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ, БЛИСКАВКОЗАХИСТ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

ABSTRACT

The graduation project consists of an explanatory note and a graphic part. The explanatory note includes 80 pages, 16 images, 24 tables, 48 sources in the list of references and 4 applications. The graphic part consists of 4 pages of A1 format and 1 page of A3 format.

The object is the 35/10 kV electrical substation "Nominal", which is located in Volochysk district of Khmelnytsky region.

The purpose of the graduation project is to increase the efficiency of work 35/10 kV electrical substation "Nominal". All the necessary data for the qualification work were obtained from the distribution system operator.

To achieve this goal, it was proposed to upgrade the old equipment and make it modern, which will reduce operating costs. The emergency modes of operation of the power substation were calculated, as well as the earthing system in a substation and the lightning protection. The new current transformers have been selected to improve the accuracy of accounting, as well as the voltage transformers which have improved characteristics and are able to withstand the phenomenon of ferroresonance. Relay protection for the 10 kV lines of 35/10 kV electrical substation "Nominal" was calculated and checked. Technical and economic indicators were calculated to determine the required amount of capital investment and payback period.

ELECTRICAL SUBSTATION, CHOICE OF ELECTRICAL EQUIPMENT, RELAY PROTECTION, PROTECTIVE EARTHING, LIGHTNING PROTECTION, TECHNICAL AND ECONOMIC ISSUES.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ.....	10
1.1 Загальна характеристика ПС 35/10 кВ «Номінал»	10
1.2 Перелік та паспортні дані обладнання ПС 35/10 кВ «Номінал».....	10
1.3 Пропозиції щодо модернізації ПС 35/10 кВ «Номінал».....	11
2 ВИБІР КІЛЬКОСТІ ТА ПОТУЖНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРІВ ПС 35/10 кВ «НОМІНАЛ».....	12
3 РОЗРАХУНКИ СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ НА ШИНАХ ПС 35/10 кВ «НОМІНАЛ».....	14
4 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ПС 35/10 кВ «НОМІНАЛ» НА СТОРОНІ 35 кВ	25
4.1 Вибір вимикачів потужності на стороні 35 кВ	25
4.2 Вибір обмежувачів перенапруги на стороні 35 кВ	28
4.3 Вибір трансформаторів струму на стороні 35 кВ	32
4.4 Вибір трансформаторів напруги на стороні 35 кВ	35
5 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ПС 35/10 кВ «НОМІНАЛ» НА СТОРОНІ 10 кВ	37
5.1 Вибір вимикачів на стороні 10 кВ	37
5.2 Вибір обмежувачів перенапруги на стороні 35 кВ	39
5.3 Вибір вимірювальних трансформаторів струму на стороні 10 кВ	40
5.4 Вибір трансформаторів напруги на стороні 10 кВ	42
6 РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ЛІНІЙ 10 кВ ПС 35/10 кВ «НОМІНАЛ».....	44
6.1 Максимальний струмовий захист.....	44
6.2 Вибір максимальної струмової відсічки.....	46
7 ОХОРОНА ПРАЦІ	48
7.1 Загальні положення та терміни.....	48
7.2 Призначення та види заземлень.....	49
7.3 Розрахунок захисного заземлення ПС 35/10 кВ «Номінал»	51

7.4 Розрахунок блискавкозахисту ПС 35/10 кВ «Номінал»	54
8 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ	59
8.1 Розрахунок техніко-економічних показників	60
8.2 Розрахунок показників ефективності	64
ВИСНОВКИ	67
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	69
ДОДАТОК А ПЕРЕЛІК КРЕСЛЕНЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ.....	75
ДОДАТОК Б СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА ПС 35/10 кВ ТА ГРАФІКИ НАВАНТАЖЕННЯ ЗА ПОТУЖНІСТЮ У РЕЖИМНІ ДНІ ПС 35/10 кВ «НОМІНАЛ»	76
ДОДАТОК В РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ПС 35/10 кВ «НОМІНАЛ».....	79
ДОДАТОК Г УКРУПНЕНІ ПОКАЗНИКИ ВАРТОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ	80

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ПС – підстанція;

КЗ – коротке замикання;

МСЗ – максимальний струмовий захист;

ВН – висока напруга;

НН – низька напруга;

РП – розподільчий пристрій;

ОПН – обмежувач перенапруги нелінійний;

ТР – трансформатор;

ТВП – трансформатор власних потреб;

ТС – трансформатор струму;

ТН – трансформатор напруги.

ВСТУП

Нині стан більшості всіх розподільних мереж та підстанцій в Україні вже вичерпав свій технічний ресурс та потребує щороку більших витрат на їхню експлуатацію. Адже обладнання фізично і технічно застаріло, оскільки працює ще з радянських часів.

45% силових трансформаторів вже відпрацювали термін експлуатації, мають збільшені втрати та недостатню надійність [1]. Окрім банального виснаження обладнання, останнім часом значно зросло навантаження, на яку старі об'єкти інфраструктури не були розраховані. Фактичні втрати електричної енергії в мережах при передачі сягають 13-18%. Якщо йдеться про абсолютні одиниці, то витрати в мережах склали 16,817 млрд.кВт·год. У відносних одиницях – абсолютні втрати складають 11% від споживання [2]. З роками графіки навантаження змінилися, навантаження в містах зростає, тим самим змушуючи збільшувати пропускну здатність мереж та модернізувати ПС.

Заходи для покращення функціонування розподільчих мереж будуть відрізнятися в залежності від регіональних особливостей та кількості років у експлуатації. В мережах 35-110 кВ більше 50% обладнання перебуває в експлуатації понад 40 років.

Відповідно до вищезазначеного, проблема оновлення та модернізації нинішніх об'єктів електроенергетичної інфраструктури є досить актуальною.

Мета даного дипломного проекту – підвищити ефективність функціонування підстанції 35/10 кВ «Номінал». Для цього зокрема, розраховано аварійні режими роботи, вибрано нове електричне обладнання, а також розраховано та перевірено контур заземлення, наведено техніко-економічне обґрунтування та термін окупності капіталовкладень.

Об'єктом проектування є підстанція 35/10 кВ «Номінал».

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Підстанції в об'єднаній енергетичній системі відіграють важливу роль вузлів у мережах, які приймають, передають та трансформують електричну енергію. Параметри трансформаторів, їхнє обладнання та конструктивне виконання повинне відповідати потребам та вимогам навколишнього середовища, рельєфу місцевості і забезпечити необхідну категорію надійності для споживачів.

1.1 Загальна характеристика ПС 35/10 кВ «Номінал»

ПС «Номінал» була побудована та введена в експлуатацію у 1980 році. Переважна більшість споживачів – побутові. Розташована біля міста Волочиськ [10].

Основні технічні показники існуючого об'єкту:

- ВРУ – 35 кВ побудована за схемою 35-4* — місток з вимикачами в колах трансформаторів;
- ЗРУ – 10 кВ побудована за схемою «Одна робоча, секціонована вимикачем, система шин»;
- на підстанції встановлено два силових трансформатори типу ТМН-4000/35 У1.

Нинішня однолінійна схема ПС «Номінал» представлена у Додатку Б.

В нормальному режимі роботи працює тільки трансформатор Т-2, Т-1 перебуває в резерві. Підстанція живиться від ПС «Волочиськ» 110/35/10 кВ, та є прохідною, в подальшому напруга передається на ПС «Підволочиськ».

1.2 Перелік та паспортні дані обладнання ПС 35/10 кВ «Номінал»

На ПС «Номінал» встановлено два силових трансформатори типу ТМН-4000/35 У1. Їхні параметри наведені в таблиці 1.1 [3].

За повною версією даної ВКР звертатися на кафедру електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій

ВИСНОВКИ

У випускному кваліфікаційному проекті було розглянуто підстанцію 35/10 кВ «Номінал» та запропоновано низку заходів задля підвищення ефективності її функціонування.

Для модернізації було обрано нове обладнання на високій та низькій сторонах напруги. Як основні заходи з підвищення ефективності було запропоновано заміну масляних вимикачів на вакуумні, які є більш сучасними та більш надійними в експлуатації. Також було запропоновано замінити розрядники РВО на обмежувачі від перенапруг, які менші за габаритами і мають більш стабільні характеристики. Оновлення трансформаторів струму на сучасні для покращення точності обліку електроенергії, підвищення надійності релейного захисту, а трансформатори напруги НАМИ–10– 66 У1 краще протистоять явищу феррорезонансу. Визначено, що релейний захист модернізованої підстанції задовольняє чотири вимоги: швидкодія, селективність, надійність і чутливість.

Все оновлене обладнання також дозволить суттєво зменшити експлуатаційні витрати та можливість залучати менше персоналу для обслуговування.

Під час аналізу було з'ясовано, що заміна силових трансформаторів ТМН-4000 на менш потужні є недоцільною в зв'язку із запланованим зростанням навантаження даної ПС.

Було розраховано техніко-економічні показники для визначення показників ефективності. Вартість модернізації підстанції складатиме 17982,775 тис. грн. Згідно з розрахованим інтегральним ефектом було визначено, що термін окупності капіталовкладень становить близько 7 років, що є прийнятним показником для енергетичної галузі.

В розділі охорони праці розраховано блискавкозахист та заземлення модернізованої підстанції. Захист від блискавок буде виконуватися чотирма одиночними стержневими блискавковідводами висотою 16 метрів кожен, при цьому також було з'ясовано, що такої кількості блискавковідводів буде достатньо для обладнання ПС 35/10 кВ «Номінал». Заземлення було розраховано з врахуванням

кліматичних умов, опору ґрунту на місцевості. Заземлювач виконано у вигляді контуру із смуги 40х4 мм, яка прокладена на глибині 0,7 м.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1.«СУЧАСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ УКРАЇНИ: РЕГІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ». [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=VSUNU_2015_6_3 (дата звернення 22.09.2020).
- 2.План розвитку системи передачі на 2020-2029 роки. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Р <https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/10/Plan-rozvytku-systemy-peredachi-na-2020-2029-roku.pdf> (дата звернення 15.10.2020).
- 3.Основные технические характеристики трансформатора ТМ-1000. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: <http://www.rus-trans.com/?ukey=product&productID=1146> (дата звернення 22.09.2020).
- 4.Правила улаштування електроустановок. – К.: Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.
- 5.Волочиська районна державна адміністрація. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: <https://volrda.gov.ua/mistobudivni-umovi-ta-obmezheniya-16-40-27-31-10-2017/> (дата звернення 15.10.2020).
- 6.Виды коротких замыканий. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/6231208/page:3/> (дата звернення 17.10.2020).
- 7.Параметры ВЛ и КЛ для расчета токов короткого замыкания. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: <https://online-electric.ru/dbase/rdrx.php> (дата звернення 20.10.2020).

8. Методы расчета токов короткого замыкания в распределительных сетях. [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: <https://profsector.com/media/catalogs/58d684a397d93.pdf> (дата звернення 20.10.2020).
9. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей: Монография/ М.А. Шабад . – СПб.: ИЭИПК, 2003. – 4-е изд., перераб. и доп. – 350 с.
10. АТ «Хмельницькобленерго». [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: <https://www.hoe.com.ua/> (дата звернення 20.10.2020).
11. Голубев М.Л. Методы расчета токов короткого замыкания в распределительных сетях/ Голубев М.Л. – М. Энергия, 1967. – 56 с.
12. РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/71148/1/978-5-7996-2604-4_2019.pdf (дата звернення 20.10.2020).
13. Зорін В.В., Є.А.Штогрин, Буйний Р.О. Електричні мережі та системи. – Ніжин.: «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 247 с.
14. Півняк Г.Г. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для вузів/ Г.Г. Півняк та ін./, – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2002. – 597с.
15. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987.– 648 с.
16. Вакуумные выключатели серии VL 10 кВ [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: <http://www.elteh.ru/products/9/1784/> (дата звернення 10.11.2020).
17. Разъединитель РВ-10/1000 [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: <http://uralen.ru/catalog/raz/group-203/133.html> (дата звернення 12.11.2020).

18. Ограничители перенапряжений ОПН-КР/TEL [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Электронні дані: – Режим доступу: <http://opn.dn.ua/konk/tavr/opntel.html> (дата звернення 13.11.2020).
19. Гук Ю.Б. Проектирование электрической части станций и подстанций: [Учеб. пособие для вузов] / Ю.Б. Гук, В.В. Кантан, С.С. Петрова. – Л.: Энергоатомиздат. Ленигр. отд-ние, 1985. – 312 с.
20. ВР35НСМ [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Электронні дані: – Режим доступу: <https://www.vsoyuz.com/ru/produkcija/cb/vakuumnye-vuklyuchateli-35-kv/vr35nsm.htm> (дата звернення 16.11.2020).
21. Разъединители высоковольтные типа [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Электронні дані: – Режим доступу: <http://www.em.dn.ua/vv/razed/rdz-35.htm> (дата звернення 16.11.2020).
22. Методичні вказівки з вибору обмежувачів перенапруг нелінійних виробництва підприємства «Таврида Електрик» для електричних мереж 6-35 кВ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tavrida-ua.com/documents/methodical_instructions.html. (дата звернення 18.11.2020).
23. Трансформатор НТМИ-10-66 [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Электронні дані: – Режим доступу: <http://energosphera.org.ua/transformatory/izmeritelnye-transformatory-napryazheniya/trekhfaznye-maslyanye-izmeritelnye-transformatory-napryazheniya-10kv/transformator-ntmi-10-66.html> (дата звернення 24.11.2020).
24. Опорные трансформаторы тока ТОЛ-35 III-II [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Электронні дані: – Режим доступу: http://www.cztt.ru/tol_35.html (дата звернення 24.11.2020).
25. ЗНОМ-35 ТРАНСФОРМАТОР НАПРЯЖЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Электронні дані: – Режим доступу: <https://volttten.com/znom-35-transformator-napryazheniya-izmeritelnyj-maslyanyj-zazemlyaemyj/> (дата звернення 25.11.2020).

26. Карякин Р.Н. Заземляющие устройства электроустановок: Справ.- М: Энергосервис, 2000.-373 с.
- 27.Рожкова Л.Д. Электрооборудование станций и подстанций/ Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. – М.: Энергия, 1975. – 704 с.
28. МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ РС83-A2.0 РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: http://rzasystems.ru/upload/files/PC83-A2.0_RE_red1_5.pdf (дата звернення 25.11.2020).
29. Расчет релейной защиты линии 10кВ [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу: <https://pomegerim.ru/rza/ras4et-rz-linii-10kv.php> (дата звернення 25.11.2020).
30. Закон "Про охорону праці" [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу <https://pon.org.ua/ohorona-praci/72-zakon-pro-okhoronu-praci.html> (дата звернення 25.11.2020).
- 31.Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу <http://www.eximpribor.com.ua/normi-gost/pravila-texn%D1%96chno%D1%97-ekspluatats%D1%96%D1%97-elektroustanovok-spojivach%D1%96v.html> (дата звернення 25.11.2020).
- 32.Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу http://univer.nuczu.edu.ua/e-books/book_212/index.html (дата звернення 25.11.2020).
- 33.Баптиданов М.Р. Электрооборудования электрических станций и подстанций, изд. 3-е, перераб./ Баптиданов М.Р, Тарасов В.И. – Л.: Государственное энергетическое издательство, 1959.– 320 с.
- 34.Удельное сопротивление земли [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу <https://ukrtechnobez.com.ua/ru/pytomuj-opir-zemli/> (дата звернення 28.11.2020).

35. Долин П.А. Основи техніки безпеки в електроустановках / П.А. Долин. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.
36. Норми допуску опору контуру заземлення. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу <https://biathlonmordovia.ru/uk/elektrotehnika/norms-for-resistance-of-the-ground-loop-the-great-encyclopedia-of-oil-and-gas/> (дата звернення 30.11.2020).
37. Розрахунковий опір ґрунту основи. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу <http://www.mqn.com.ua/foundations-R.php> (дата звернення 30.11.2020).
38. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию: Метод. пособие. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 161 с.
39. Черемісін М.М. Економічні розрахунки в інженерній діяльності (на прикладах задач електроенергетики)/: [навчальний посібник]/ Черемісін М.М., Романченко В. І. – Х.: Факт, 2006.–168 с.
40. СОУ-Н МЕВ 45.2-37471933-44:2015 Укрупнені показники вартості будівництва підстанцій напругою від 6 кВ до 150 кВ та ліній електропередавання напругою від 0.38 кВ до 150 кВ.
41. Розрахунковий опір ґрунту основи. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Електронні дані: – Режим доступу <http://www.mqn.com.ua/foundations-R.php> (дата звернення 30.11.2020).
42. ГКД 340.000.002-97 Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Енергосистеми та електричні мережі.
43. Мінрегіон України. – К. : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua> (дата звернення 30.11.2020).
44. Держ служба статистики України. – К. : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 30.11.2020).

45. Тарифи на послуги з розподілу електричної енергії, що діють з 01 січня 2020 року – К. : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nerc.gov.ua/?id=48879> (дата звернення 30.11.2020).
46. Методичні вказівки з вибору обмежувачів перенапруг нелінійних виробництва підприємства «Таврида Електрик» для електричних мереж 6-35 кВ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://tavrida-ua.com/documents/methodical_instructions.html. (дата звернення 30.11.2020).
47. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. –М: Энергоатомиздат, 1989. – 500 с.
48. Карякин Р.Н. Заземляющие устройства электроустановок: Справ.- М: Энергосервис, 2000.-373 с.

ДОДАТОК А
ПЕРЕЛІК КРЕСЛЕНЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

В таблиці А.1 наведено перелік креслень графічної частини

Таблиця А.1 – Перелік креслень графічної частини

Назва креслення	Шифр	Формат	Кількість аркушів
План та розріз ПС 35/10 кВ "Номінал"	НУЧП.565722.001ПР	A1	1
Схема електрична принципова ПС 35/10 кВ "Номінал"	НУЧП.565722.001ЕЗ	A1	1
Блискавкозахист ПС 35/10 кВ "Номінал"	НУЧП.565722.001ОП	A1	1
Показники економічної ефективності капіталовкладень	НУЧП.565722.001ЕЕ	A3	1
План з заземленням ПС 35/10 кВ «Номінал»	НУЧП.565722.001ТВ	A1	1