

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І 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  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Приступа А.Л.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

### ВИПУСКНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

Реконструкція підстанції 110/35/10кВ «Куликівка» АТ «Чернігівобленерго»

галузь знань 14 "Електрична інженерія"

спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Виконавець

студент групи ЗМЕМп-191

Саєнко В.Г. \_\_\_\_\_

Керівник

к.т.н., доцент

Буйний Р.О. \_\_\_\_\_

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
Навчально-науковий інститут електронних та інформаційних технологій  
Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірвальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІ ІВТ

Пристапа А.Л.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційний проект здобувача вищої освіти  
освітнього ступеня "магістр" за спеціальністю  
141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"  
Саєнка Віталія Григоровича  
Тема роботи: Реконструкція підстанції 110/35/10кВ «Куликівка»  
АТ «Чернігівобленерго»

*Тему затверджено наказом ректора  
від "02" листопада 2020 р. № 593-С*

1. Вхідні дані до проекту: схема електрична принципова ПС 110/35/10кВ «Куликівка»; навантаження на вводах 10 та 35кВ підстанції; технічна документація заводів-виробників обладнання підстанцій та прайс-листи на електричне обладнання; вихідні дані для розрахунку блискавкозахисту.
2. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: перевірити відповідність існуючих схем електричних з'єднань РУ 10, 35 та 110кВ до діючих нормативних документів та, за необхідності, вибрати нові схеми; розрахувати струми короткого замикання та вибрати нове сучасне електрообладнання; розрахувати релейний захист та блискавкозахист підстанції; виконати економічне обґрунтування прийнятих рішень.
3. Перелік графічного матеріалу:
  - 1) Схема однолінійна ВРП-110 та ВРП-35 підстанції після реконструкції.
  - 2) План-розріз підстанції 110/35/10кВ «Куликівка».
  - 3) Схема релейного захисту вимикача вводу 110кВ трансформатора.
  - 4) Система блискавкозахисту підстанції.
  - 5) Економічні показники ефективності запропонованого варіанта реконструкції.

*Календарний план*

<i>№</i>	<i>Назва етапів роботи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Примітки</i>
1.	Характеристика об'єкту реконструкції	14.10.2020	
2.	Обґрунтування технічного рішення	19.10.2020	
3.	Розрахунок режимів роботи ПС. Вибір високовольтного обладнання ПС.	12.11.2020	
4.	Релейний захист силового трансформатора.	23.11.2020	
5.	Охорона праці. Економічне обґрунтування .	04.12.2020	
6.	Підготовка графічної частини	15.12.2020	

*Завдання підготував  
керівник: к.т.н. , доцент*

\_\_\_\_\_

Буйний Р. О.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

*Завдання одержав:  
студент групи ЗМЕМп-191*

\_\_\_\_\_

Саєнко В.Г

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

## РЕФЕРАТ

Випускний кваліфікаційний проект складається із пояснювальної записки і графічної частини. Пояснювальна записка включає 140 сторінок, 26 рисунків, 33 таблиці, 4 додатки, перелік посилань з 25 джерел. Графічна частина роботи представлена на 6 кресленнях формату А1.

**Об'єктом дослідження** є електричне обладнання 110, 35 та 10кВ ПС 110/35/10кВ «Куликівка» яка розташована на території Чернігівського району високовольтних електричних мереж АТ «Чернігівобленерго».

**Метою проекту** є реконструкція існуючої схеми електричних з'єднань живлення ПС 110/35/10кВ «Куликівка» з боку напруги 110кВ, заміна застарілого силового та комутаційного обладнання 110кВ підстанції з метою підвищення надійності роботи електричних мереж (перегляд схеми живлення підстанції, заміна існуючої схеми з відокремлювачем та короткозамикачем схемою з високовольтним вимикачем), заміна електрообладнання 35 та 10кВ, яке вже відпрацювало свій механічний ресурс, вдосконалення релейного захисту підстанції за рахунок встановлення сучасних мікропроцесорних пристроїв захисту а також перегляд та приведення у відповідність до існуючих вимог та запропонованої реконструкції системи блискавкозахисту на підстанції.

Під час виконання проекту відбувається перегляд існуючої схеми електричних з'єднань ПС 110/35/10кВ «Куликівка» з метою удосконалення живлення її від мережі 110кВ, розглянуті та розраховані можливі режими живлення підстанції за результатами яких проведено вибір силового і комутаційного обладнання, обрано типи пристроїв релейного захисту та виконаний розрахунок релейного захисту силового трансформатору підстанції. У додаток до цього виконано перегляд існуючої на підстанції системи блискавкозахисту з урахуванням запропонованої у даному проекті модернізації та вимог чинних нормативних документів, розраховані та проаналізовані техніко-економічні показники ефективності запропонованих заходів (рентабельність і термін окупності повної вартості реконструкції підстанції).

Запропонована у роботі реконструкція підстанції частково відповідає технічному завданню, наведеному у «Плані розвитку системи розподілу АТ «ЧЕРНІГІВООБЛЕНЕРГО» на 2021-2025 роки», тому її результати та висновки можуть бути рекомендовані для розгляду технічної дирекції та дирекції з капітального будівництва та інвестицій компанії як один з варіантів практичної реалізації цього плану.

ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ,  
РЕКОНСТРУКЦІЯ, КОМУТАЦІЙНА АПАРАТУРА, ВАКУУМНЕ  
ОБЛАДНАННЯ, ЗАЗЕМЛЮЮЧИЙ ПРИСТРІЙ, ЕКОНОМІЧНА  
ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ABSTRACT

Master's work consists of an explanatory note and a graphic part. The explanatory note includes in your structure the 140 page, the 26 drawings, the 33 table, the 4 appendix, the link to the link from 25 sources. The graphic part of the diploma project is presented in 6 stress format A1.

**The object of study** of the thesis is the electrical equipment of 110, 35 and 10 kV Substation 110/35 / 10 kV "Kulikivka" which is located in the Chernihiv district of electric networks of JSC "Chernihivoblenergo".

**The purpose of this work** is the reconstruction of the existing scheme of electrical connections of 110/35 / 10kV substation "Kulykivka" from the voltage of 110kV, replacement of obsolete power and switching equipment 110kV substation to improve the reliability of electrical networks (revision of the substation power scheme, replacement of existing scheme with isolator and short-circuit circuit with high-voltage switch), replacement of 35 and 10 kV electrical equipment, which has already worked out its mechanical resource, improving the relay protection of the substation by installing modern microprocessor protection devices, as well as reviewing and bringing into line with existing requirements and the proposed reconstruction of the lightning protection system at the substation.

During the thesis review of the existing scheme of electrical connections of 110/35 / 10kV Substation "Kulykivka" in order to improve its power supply from the 110kV network, considered and calculated possible power supply modes of the substation, based on the results of the selection of power and switching equipment, selected types relay protection devices and performed the calculation of relay protection of the power transformer of the substation. In addition, the existing lightning protection system at the substation was revised taking into account the modernization proposed in this project and the requirements of current regulations, technical and economic indicators of efficiency of the proposed measures were calculated and analyzed (profitability and payback period of the full cost of substation reconstruction).

The reconstruction of the substation proposed in the work partially corresponds to the technical task given in the “Development plan of the distribution system of JSC“ CHERNIGIVOBLENERGO ”for 2021-2025”, so its results and conclusions can be recommended for consideration by the technical directorate and directorate for capital construction and investments of the company. from the options for practical implementation of this plan.

ELECTRICAL POWER NETWORK, TRANSFORMER SUBSTATION,  
RECONSTRUCTION, SWITCHING EQUIPMENT, VACUUM EQUIPMENT,  
EARTHING DEVICE, ECONOMIC EFFICIENCY.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП.....	10
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ .....	13
1.1 Характеристика району енергопостачання .....	13
1.2 Характеристика схеми та електрообладнання РП-110 та 35кВ підстанції.....	16
1.3 Характеристика схеми та електрообладнання ЗРП-10кВ підстанції.....	20
1.4 Стисла характеристика пристроїв релейного захисту підстанції.....	21
2 ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ПО РЕКОНСТРУКЦІЇ ПІДСТАНЦІЇ.....	25
2.1 Вибір схеми електричних з’єднань РП-110кВ .....	25
2.2 Вибір схеми електричних з’єднань РП-35кВ.....	28
2.3 Вибір пристрою релейного захисту силового трансформатору.....	30
3 РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ПІДСТАНЦІЇ.....	33
3.1 Розрахунок нормального режиму споживання підстанції .....	33
3.2 Розрахунок аварійного режиму .....	47
4 ВИБІР ВИСОКОВОЛЬТНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ПІДСТАНЦІЇ.....	56
4.1 Вибір високовольтного електрообладнання 110кВ.....	56
4.2 Вибір високовольтного електрообладнання 35кВ.....	69
5 РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРУ.....	79
5.1 Загальні вимоги до пристроїв релейного захисту .....	79
5.2 Розрахунок вставок струмових захистів силового трансформатору.....	84
5.3 Розрахунок повздовжнього диференційного релейного захисту силового трансформатору.....	92
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	98
6.1 Поняття про систему охорони праці у галузі.....	98
6.2 Розрахунок системи блискавкозахисту підстанції.....	100
7 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ.....	111



7.1 Теоретична частина .....	111
7.2 Розрахункова частина.....	118
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	126
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	128
ДОДАТКИ.....	131

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АПВ – автоматичне повторне включення  
ДЗ – дистанційний захист  
ДГР – дугогасильний реактор  
ДФЗ – диференційно-фазовий захист  
ВН – висока напруга  
ВРП – відкритий розподільчий пристрій  
ЗЗ – земляний захист  
ЗНП – захист нульової послідовності  
ЗРП – закритий розподільчий пристрій  
КЗ – коротке замикання  
МСЗ – максимальний струмів захист  
НН – низька напруга  
ОП – охорона праці  
ОПН – обмежувач перенапруги  
ПБВ – перемикання без збудження  
ПЛ – повітряна лінія  
ПС – підстанція  
РЕМ – район електричних мереж  
РЗА – релейний захист і автоматика  
РП – розподільчий пристрій  
РПН – перемикання під навантаженням  
СВ – струмова відсічка

## ВСТУП

На сьогоднішній день залишаються актуальними вимоги щодо ефективного функціонування та розвитку електричних мереж. При значній розвиненості мереж спостерігається істотний дисбаланс навантаження в окремих його елементах. За останні роки значно зросло навантаження на розподільні мережі, що живлять переважно побутових споживачів та суттєво знизилось споживання електричної енергії промисловим сектором. Виходячи з реалій сьогодення, під розвитком розподільчих мереж слід розуміти такий стан мереж, який би, по можливості, максимально відповідав змінам, що сталися в електропостачанні. Але при плануванні розвитку мереж виникає ряд проблем, більшість яких пов'язана зі швидким фізичним та моральним старінням ліній електропередачі, підстанцій, комутаційного обладнання, релейного захисту, автоматики та іншого електрообладнання.

Розвиток енергетики Чернігівської області планується з урахуванням наявних проблем в роботі мереж, що були виявлені при аналізі існуючого стану елементів мереж, які відпрацювали свій експлуатаційний термін та підлягають реконструкції або модернізації. Так одним з найважливіших завдань [1] в найближчі роки є забезпечення енергонезалежності та надійності розподілу електричної енергії споживачам північних районів області, значна частина яких до 2019 року отримувала живлення від об'єднаної енергосистеми Білорусії. Важливе значення має розвиток електричних мереж обласного центру. Інтенсивного розвитку зазнають деякі райони міста Чернігова та області в цілому. Розподільчі мережі, які будувались ще в 60-70 роках минулого століття, неспроможні якісно забезпечити потреби споживачів електроенергії у сучасних умовах. Деякі трансформаторні підстанції АТ «Чернігівобленерго» працюють в режимах перевантаження, повітряні та кабельні лінії через тривалий термін експлуатації постійно пошкоджуються. Перспектива розвитку мереж компанії за [1] передбачає розвиток мереж шляхом створення нових центрів живлення та розвитку існуючої розподільчої мережі.

При модернізації обладнання в першу чергу потребується заміна фізично та морально застарілого обладнання, яке не забезпечує необхідних умов роботи та захисту обладнання такого, як віддільники та короткозамикачі на підстанціях 110кВ, запобіжники 35кВ на підстанціях 35 кВ. Дане обладнання демонтується, а на заміну використовуються сучасні вакуумні та елегазові вимикачі з релейним захистом на мікропроцесорних пристроях. Застарілі масляні та вакуумні вимикачі приєднань 10-110 кВ потребують заміни на вакуумні сучасного типу з новітніми захистами. Середній час експлуатації розподільчих мереж електроенергетичного сектору енергопостачальної компанії складає понад 40 років, досягаючи 60-85 % рівня зносу [1]. При цьому споживання електричної енергії зростає із року в рік.

Стан електричних мереж та енергетичного обладнання, необхідність у додатковій потужності для споживачів електричної енергії вимагають значних інвестицій, які можуть бути залучені лише за умови впровадження стимулюючого регулювання – загальноприйнятого у міжнародній практиці інструменту, що забезпечує можливість реконструкції електричних мереж та розвиток енергетичної інфраструктури. Незадовільний стан електричних мереж, їх невідповідність діючим нормам і режимам електроспоживання, а також низький рівень приладів обліку призводить до значного зростання технологічних витрат при транспортуванні електроенергії. Будівництво нових ліній електропередачі та трансформаторних підстанцій, а також реконструкцію діючих, необхідно здійснювати з урахуванням переведення господарських потреб населення сільської місцевості з газу на електроенергію. Технічне переозброєння, реконструкція електричних мереж та їх розвиток мають здійснюватися на вітчизняній нормативній базі з урахуванням рекомендацій Міжнародної Електротехнічної комісії та регіональних особливостей щодо умов надійності й екологічної безпеки, з урахуванням реальної вартості земель та максимального використання основних матеріалів і обладнання власного виробництва. Більш деталізований підхід для вирішення цих питань і наведено у [2].

В даному проекті саме і розглядається один з запланованих заходів [1] – відповідна черга реконструкції ПС 110/35/10кВ «Куликівка». В процесі написання

дипломної роботи буде вирішено ряд важливих завдань, таких як вибір та економічне обґрунтування схеми розподільчих пристроїв 110, 35 та 10 кВ підстанції, вибір електрообладнання ПС, розрахунок релейного захисту і автоматики приєднань 110 кВ, розробка нової системи блискавкозахисту підстанції.

Таким чином, реконструкція розподільних мереж та електрообладнання розглядаємої підстанції є необхідною і досить важливою умовою для подальшого успішного розвитку енергетики Чернігівської області. Виходячи з цих міркувань та положень [1], тема даного магістрацького проекту «Реконструкція підстанції 110/35/10кВ «Куликівка» АТ «Чернігівобленерго»» є актуальною на теперішній час, її результати та висновки можуть бути рекомендовані для розгляду технічної дирекції та дирекції з капітального будівництва та інвестицій компанії як один з варіантів практичної реалізації [1].

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ

## 1.1 Характеристика району енергопостачання

Район енергопостачання разом з ПС 110/35/10кВ «Куликівка», топографічне розташування якої на місцевості зображено на рисунку 1.1, знаходиться на території Чернігівського району електричних мереж у центральній частині Чернігівської області. Дана електрична підстанція є представником так званої другої черги електрифікації області та була введена в експлуатацію у 1976 році. У порівнянні з підстанціями першої черги, у проектуванні та побудові ПС другої черги застосовувався більш поміркований підхід та більші капіталовкладення: підстанція з самого початку будувалася двотрансформаторною з відільником та короткозамикачем 110кВ у колах трансформаторів, розподільчий пристрій 10кВ був закритим, на викатних візках приєднань 10кВ були змонтовані високовольтні вимикачі типу ВМП-10. Виходячи з рисунку 1.1 слідує, що посередством ПС 110/35/10кВ «Куликівка» поєднуються між собою два значних джерела енергопостачання області: Чернігівська ТЕЦ та ПС 330/110/10кВ «Ніжинська». Тому ще на етапі будівництва підстанція вважалася системоутворюючою (входила до складу системи енергопостачання Чернігівської області за напругою 110кВ), на її РП-110кВ, збудованому за схемою «містка», було встановлено секційний вимикач типу ВМТ-110Б разом з резервною перемичкою. З того часу на підстанції неодноразово проводилися відносно невеликі реконструкції: так у 1995 році обидва силових трансформатори підстанції типу ТМ-10000 були замінені на нові типу ТДТН-16000, у 1997-1998 роках усі масляні високовольтні вимикачі 1 та 2 С.Ш. 10кВ були замінені сучасними вакуумними вимикачами типу ВВ/TEL-10, релейний захист та автоматика приєднань 10кВ був виконаний на електронному пристрої релейного захисту приєднань 10кВ серії РС-80. У 2012 році для збільшення надійності кіл оперативного струму підстанції було встановлено шафу постійного оперативного струму серії ШУОТ та релейний захист приєднань 35кВ виконано на мікропроцесорних пристроях релейного захисту приєднань 10-35кВ серії МРЗС-05. Остання реконструкція підстанції відбулася у 2017 році: силовий

трансформатор підстанції з оперативним найменуванням Т2, який з 2002 року знаходився у переліку дефектного електрообладнання компанії (1976 року випуску, виробництва трансформаторного заводу у м.Тольятті, дефектувався за результатами хроматографічного контролю, прогнозований дефект – часткові розряди у баку трансформатору) було замінено на новий трьохобмотковий рівної потужності типу ТДТН–16000/110. Релейний захист трансформатору при цьому не зазнав змін. На сьогоднішній день ПС «Куликівка» є діючою і призначена для живлення приймачів електричної енергії напругою 10 та 35кВ, більшість з яких розташовано на території Чернігівського району області. Серед споживачів найбільшу частку навантаження складають споживачі III категорії, але від шин підстанції також отримують живлення споживачі I та II категорії, які згідно [3] передбачають два незалежних джерела електричної енергії.

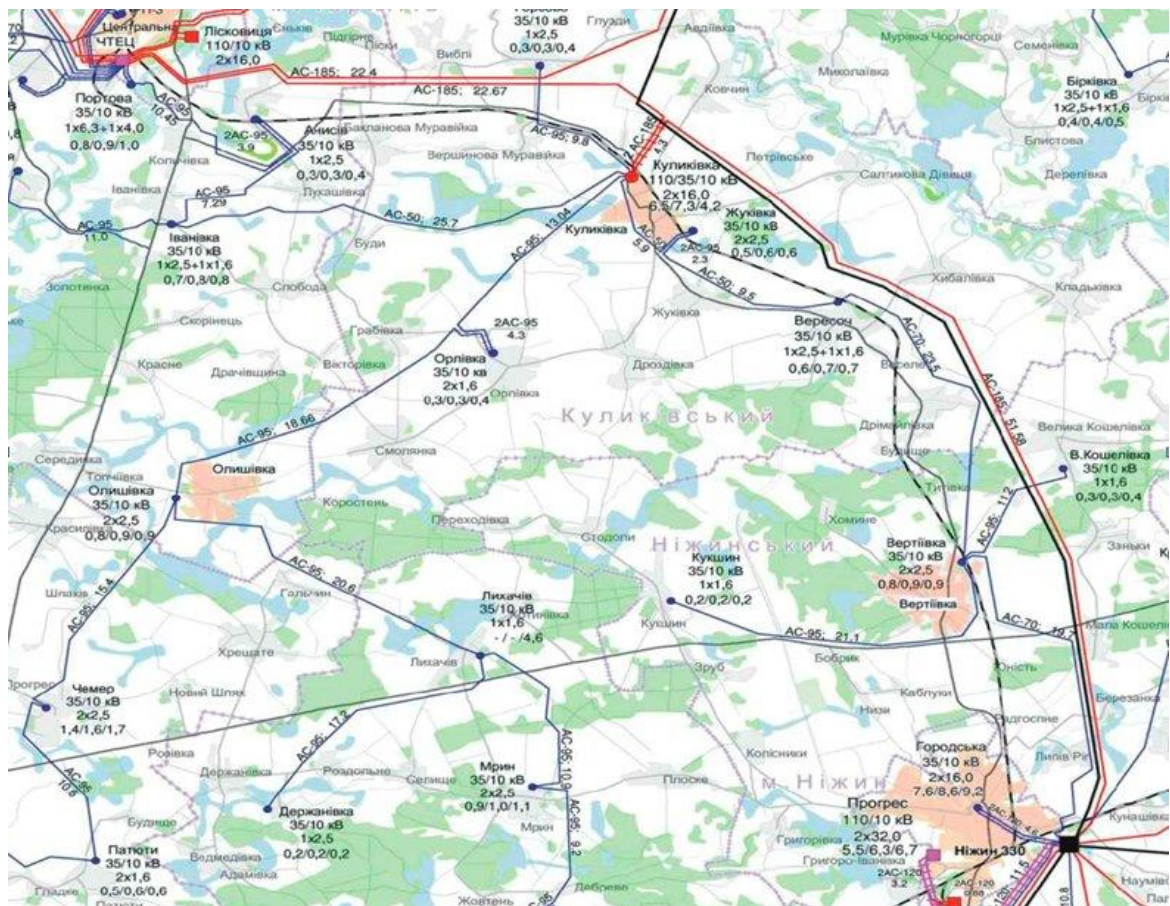


Рисунок 1.1 - Розташування ПС 110/35/10 кВ «Куликівка» на місцевості

На рисунку 1.2 наведена схема живлячої за класом 110кВ підстанцію мережі згідно «Схеми нормального режиму мереж 35-110кВ АТ



«Чернігівобленерго» на 2020 рік», яка щорічно переглядається у центральній диспетчерській службі компанії.

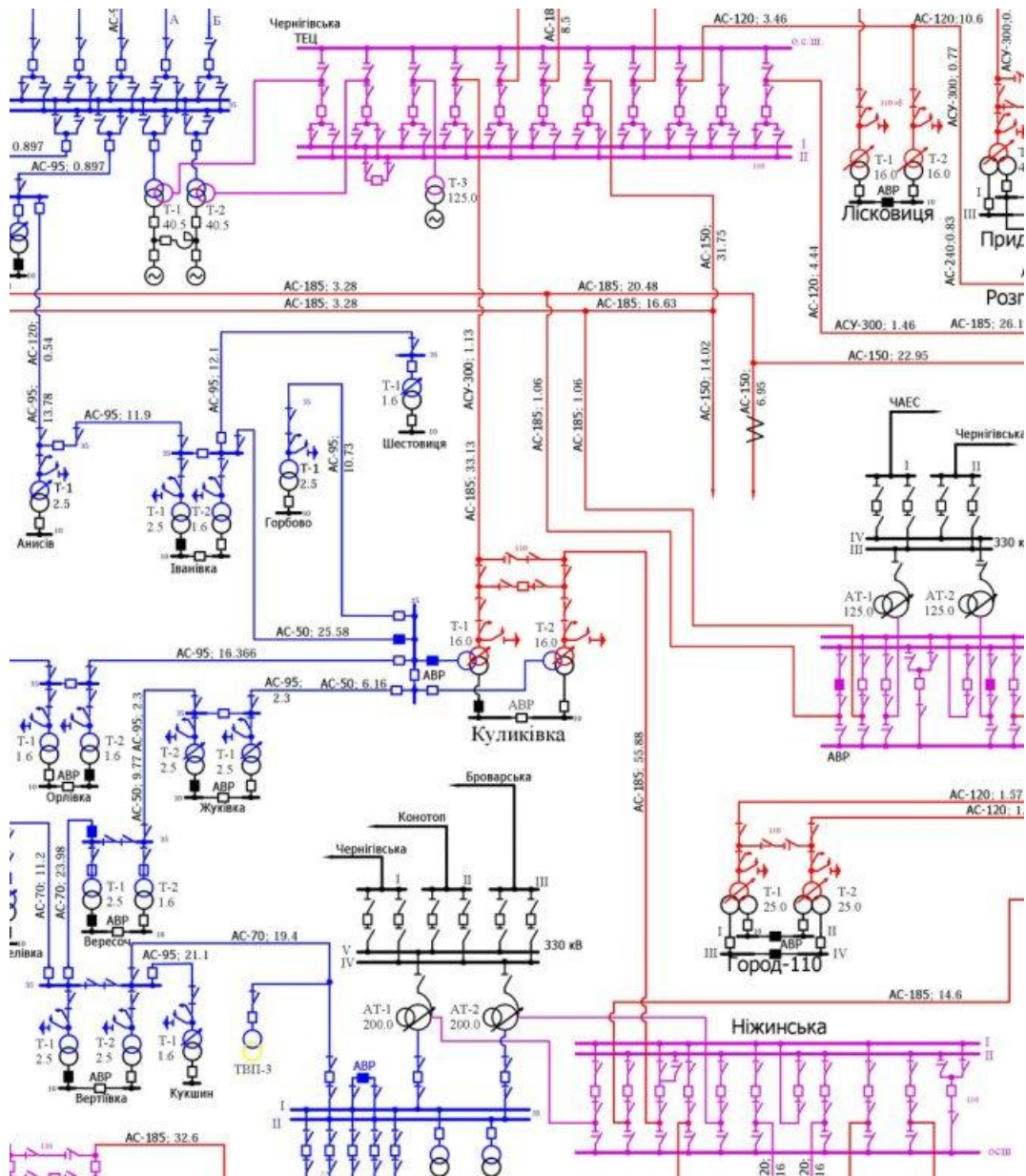


Рисунок 1.2 - Схема нормального режиму мереж 35 та 110 кВ району з  
ПС 110/35/10кВ «Куликівка»

Живляча підстанцію електромережа 110кВ працює у режимі з двобічним живленням. З І С.Ш. 110кВ ПС 330/110/10кВ «Ніжинська» за допомогою ПЛ-10кВ «Куликівка-Ніжин» заживлено 2 С.Ш. 110кВ ПС 110/35/10кВ «Куликівка». Ця ж секція шин 110кВ посередством ввімкнутого секційного вимикача 110кВ ПС (ремонтна перемичка відключена у нормальному режимі) та ПЛ-110кВ «Куликівка-ЧТЕЦ» отримує живлення від 2 С.Ш. 110кВ Чернігівської ТЕЦ. За



**за повною версією ВКР  
звертатися на кафедру  
електричної інженерії та  
інформаційно-  
вимірювальних технологій**

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даному проекті був реалізований один з варіантів реконструкції ВРП-110кВ та ВРП-35кВ ПС 110/35/10кВ «Куликівка» яка включала до себе насамперед відмову від схеми з використанням відокремлювачів та короткозамикачів у колах трансформаторів та заміну їх сучасними високовольтними вакуумними вимикачами та перегляд та вдосконалення існуючих на підстанції пристроїв релейного захисту силових трансформаторів та заміна їх на комплексне рішення. Вищенаведені заходи, насамперед, направлені на забезпечення вимог якісного та надійного постачання електричної енергії споживачам всіх категорій району та зменшення експлуатаційних витрат під час експлуатації запропонованого електрообладнання.

При аналізі об'єкту проектування були виділені найбільш вагомими причини для реконструкції, пов'язаних із застарілим парком електроустаткування та зміною технічних вимог до об'єктів енергетики України. Тому, керуючись чинними нормативними документами, було проведено реконструкцію існуючого ВРП-110кВ підстанції та фактично будівництво нового ВРП-35кВ (виконане його перепланування).

При виборі силового обладнання підстанції та пристроїв релейного захисту був проведений аналіз ринку, як вітчизняних, так і іноземних постачальників сучасного електрообладнання. Він показав, що технічні характеристики продукції, яка представлена на ринку України, мають невеликі відмінності тому, при виборі обладнання враховувалось співвідношення ціни та якості та доступність електрообладнання на ринку України. Найбільша перевага надавалась тим виробникам, які зарекомендували себе на ринку як постачальники надійного електричного обладнання.

Для обґрунтування доцільності впровадження запропонованих заходів, щодо реконструкції підстанції, заміни високовольтного обладнання та застосування сучасних пристроїв захисту силових трансформаторів у проекті була зроблена економічна оцінка цих заходів та розраховані основні техніко-

економічні показники, що показали відносно високий рівень рентабельності, який становить 1,85 для інвестицій вкладених у реконструкцію підстанції. Не зважаючи на високу вартість запропонованих заходів термін окупності проекту склав близько 6 років. Загальний (інтегральний) чистий прибуток, на який може розраховувати інвестор за період будівництва і експлуатації об'єкту (прийнятий для енергетичної галузі, за правило, у 25 років), становить близько 47455 тис. грн.

В окремому розділі роботи були розглянуті питання з охорони праці та проведений розрахунок системи блискавкозахисту ПС 110/35/10кВ «Куликівка», що є невід'ємною частиною захисту електрообладнання підстанції та персоналу при проведенні технічного обслуговування, ремонтів та оперативних перемикань на підстанції.

Результати даної магістрацької роботи можуть бути рекомендовані для практичного використання службою перспективного розвитку компанії АТ «Чернігівобленерго» в якості робочого проекту розвитку мереж 110-35кВ компанії на території Чернігівського району електричних мереж.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. План розвитку системи розподілу АТ «ЧЕРНІГІВОБЛЕНЕРГО» на період 2021-2025 років. Офіційний сайт [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://chernihivoblenergo.com.ua/>
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. – К.: Мінпаливенерго України, 2006. – 129 с.
3. Правила устройства электроустановок. – Х.: Изд-во «Форт», 2017. – 704 с.
4. Запорожтрансформатор. Офіційний сайт [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ztr.com.ua/>
5. СОУ–Н ЕЕ 20.178:2008. Норми випробування електрообладнання. – К.: Мінпаливенерго України, 2009. – 262 с.
6. Рокотян С.С., Шапиро И.М. Справочник по проектированию электроэнергетических систем: – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Энергоатомиздат, 1985. – 354 с.
7. Шабад М.А. Защита трансформаторов распределительных сетей. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отделение, 1981. – 136с.
8. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / В.В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г.А. Илларионов и др.; под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352с.
9. ГКД 34.20.172–95. Типова інструкція з компенсації ємнісного струму замикання на землю в електричних мережах 6–35 кВ. – К.: Мінпаливенерго України, 1996. – 42 с.
10. Запорізький трансформаторний завод малих трансформаторів. ООО «ЕЛІЗ». Офіційний сайт [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eliz.zp.ua/>
11. Завод электротехнического оборудования. Официальный сайт. – Режим доступу: <http://new.zeto.ru/>
12. Завод «Энергомаш». Офіційний сайт. – Режим доступу: <http://www.energomash.ru/>

13. НПП «Контакт–Україна». Офіційний сайт. – Режим доступу: <http://kontakt-ukraine.com/>
14. Завод «Електрощит». Офіційний сайт. – Режим доступу: <http://www.electroshield.ru/>
15. Електронний довідник енергообладнання. Официальный сайт. – Режим доступу: <http://www.energosfera.org.ua/>
16. Обмежувачи перенапруг нелінійні напругою 110-750 кВ. Настанова щодо вибору та застосування. СОУ-Н ЕЕ 40.12-001100227-47:2011. – К.: Мінпаливенерго України, 2011. – 47 с.
17. Методические указания по выбору ОПН. – К.: АББ, 2008. – 112с.
18. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987.– 648с.
19. Макаров М.А. Справочник по электрическим сетям. Том 3. – М.: АТЭК, 2006. – 459с.
20. ВАТ «МІКРО–інжинірінг». Офіційний сайт. – Режим доступу: <http://www.microengineering.org.ua/>
21. Правила безпечної експлуатації електроустановок. НПАОП 40.1–1.01–97. – К.: Форт, 1998. – 92 с.
22. Гук Ю.Б. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. Пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат. Ленигр. отделение, 1985. – 312 с.
23. Рудик Л.Я., Фрішберг Р.М., Шапіро І.М. Визначення економічності капітальних вкладень в енергетику. – Київ.: Міненерго, 1997. – 53с.
24. Феदिшин Б.П. Економіка енергетики: Навчальний посібник для студентів енергетичних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Тернопіль: Астон, 2003. – 160с.
25. Державне підприємство «Енергоринок». Офіційний сайт. – Режим доступу: <http://www.er.gov.ua/>

**ДОДАТОК А**  
**ПЕРЕЛІК ГРАФІЧНОГО МАТЕРІАЛУ ВИПУСКНОГО**  
**КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ**

Таблиця А.1 - Перелік креслень графічної частини

Назва креслення	Шифр	Формат	Кількість аркушів
Схема однолінійна ВРП-110 та ВРП-35 підстанції після реконструкції	НУЧП.565722.001Е1	А1	1
План-розріз підстанції 110/35/10кВ «Куликівка»	НУЧП.565722.001ГП	А1	2
Схема релейного захисту вимикача вводу 110кВ трансформатору	НУЧП.565722.001Е3	А1	1
Система блискавкозахисту підстанції	НУЧП.565722.001ОП	А1	1
Економічні показники ефективності запропонованого варіанта реконструкції	НУЧП.565722.001ЕП	А1	1