

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Центр післядипломної освіти та заочного навчання  
Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри ЕІ ІВТ  
\_\_\_\_\_ Приступа А.Л.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

«Підвищення ефективності електричних мереж 10 кВ в зоні дії ПС  
110/35/10 кВ “Козелець” при зростанні електричних навантажень»

галузь знань 14 "Електрична інженерія"

спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

### Виконавці

студенти групи ЗМЕМп-191

\_\_\_\_\_ О.Г. Роговий  
*дата підпис*

\_\_\_\_\_ О.С. Грива  
*дата підпис*

### Керівник

ст. викл. кафедри ЕІ ІВТ, к.т.н.

\_\_\_\_\_ Б.І. Кулик  
*дата підпис*

20\_\_

## СПИСОК АВТОРІВ

В даному випускному кваліфікаційному проекті розділ 1: параграф 1.1, 1.3 написані О. Г. Роговим, а параграфи 1.2, 1.4, 1.5 О. С. Гривою; розділи 2, 3 написані О. С. Гривою; розділ 4 написаний О. Г. Роговим; розділ 5: параграф 5.1 написаний О. Г. Роговим, а параграфи 5.2-5.3 О. С. Гривою; розділ 6 написаний О. Г. Роговим.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Центр післядипломної освіти та заочного навчання  
Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ЕІ ІВТ

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Приступа А.Л.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

### ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачам вищої освіти  
освітнього ступеня "магістр" за спеціальністю

141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

**Роговому Олександрю Григоровичу та Гриві Олександрю Сергійовичу**

**Тема роботи:** «Підвищення ефективності електричних мереж 10 кВ в зоні дії ПС 110/35/10 кВ "Козелець" при зростанні електричних навантажень»

*Тему затверджено наказом ректора від 03.11.2020 р. № 597-С*

*1. Вихідні дані до роботи:* схеми електричні принципів діючих електричних мереж напругою 10 кВ з ПС «Козелець» 110/35/10 кВ; електричні навантаження по активній потужності за режимний день 22 грудня 2019 року на вводах 10 кВ ПС «Козелець»; параметри умов зростання електричного навантаження ТП 10/0,4 кВ, які підключені до ПС «Козелець»; показники щорічного споживання активної електроенергії ПС «Козелець» за 2015-2019 роки; дані про технічний стан електричних мереж 10 кВ в зоні дії ПС «Козелець»; схема електрична структурна ПС «Козелець»; існуючі тарифи на електроенергію; прайс-листи на електротехнічне обладнання.

*2. Мета та основні задачі роботи:* запропонувати та обґрунтувати варіанти підвищення ефективності електричних мереж 10 кВ в зоні дії ПС 110/35/10 кВ "Козелець" при зростанні електричних навантажень»

3. Форми наочного відображення очікуваних результатів під час захисту: креслення та плакати, які в повному обсязі висвітлюють результати роботи

4. Термін здачі готової роботи \_\_\_\_\_  
дата

### **Здобувачі**

студенти групи ЗМЕМп-191

\_\_\_\_\_  
дата підпис

О.Г. Роговий

\_\_\_\_\_  
дата підпис

О.С. Грива

**Керівник** ст. викл. кафедри ЕІ ІВТ, к.т.н.

\_\_\_\_\_  
дата підпис

Б.І. Кулик

## РЕФЕРАТ

Даний випускний кваліфікаційний проект складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка включає в себе: 243 сторінки, 36 рисунків, 41 таблицю, 22 посилання на літературу, 5 додатків. Графічна частина включає: 8 плакатів формату А1.

Об'єкт дослідження даного проекту – підстанція 110/35/10 кВ «Козелець» з розподільними електричними мережами 10 кВ, які живляться від даної підстанції.

Предмет дослідження – параметри режимів роботи електричних мереж 10 кВ та ПС 110/35/10 кВ «Козелець» в умовах збільшення електричного навантаження.

Мета роботи – покращення основних техніко-економічних показників роботи електричних мереж 10 кВ та ПС 110/35/10 кВ «Козелець».

Виконано перевірку існуючих схем електричних з'єднань ПС «Козелець», запропоновано нові схеми. Виконано моделювання та розрахунок параметрів режимів роботи існуючих мереж за існуючих та перспективних навантажень. Запропоновану нову схему живлення мереж 10 кВ від ПС «Козелець», яка дозволить підвищити пропускну здатність електричних мереж 10 кВ за рахунок заміни перевантажених силових трансформаторів та окремих ділянок ЛЕП. Обґрунтовано заміну морально та фізично застарілого електричного обладнання та запропоновано варіант реконструкції ПС «Козелець».

РОЗПОДІЛЬНА ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА, ТЕХНІЧНИЙ СТАН,  
ПІДСТАНЦІЯ, СИЛОВИЙ ТРАНСФОРМАТОР, КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ,  
ПОВІТРЯНА ЛІНІЯ, КОМУТАЦІЙНИЙ АПАРАТ

## ABSTRACT

This final qualification project consists of an explanatory note and a graphic part. The explanatory note includes: 243 pages, 36 figures, 41 tables, 22 references, 5 appendices. The graphic part includes: 8 posters in A1 format.

The object of research of this project is the 110/35/10 kV substation "Kozelets" with 10 kV electrical distribution networks, which are supplied from this substation.

The subject of research - the parameters of the modes of operation of electrical networks 10 kV and substation 110/35/10 kV "Kozelets" in terms of increasing electrical load.

The purpose of the work is to improve the main technical and economic indicators of 10 kV electrical networks and 110/35/10 kV Substation Kozelets.

The existing schemes of electrical connections of Kozelets Substation have been checked, new schemes have been proposed. Simulation and calculation of parameters of modes of operation of existing networks at existing and perspective loadings are executed. A new power supply scheme for 10 kV networks from "Kozelets" Substation has been proposed, which will increase the capacity of 10 kV electrical networks by replacing overloaded power transformers and separate sections of transmission lines. Replacement of morally and physically obsolete electrical equipment is substantiated and a variant of reconstruction of "Kozelets" Substation is proposed.

DISTRIBUTION ELECTRICAL NETWORK, TECHNICAL CONDITION,  
SUBSTATION, POWER TRANSFORMER, SHORT CIRCUIT, AIRLINE,  
SWITCHING

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК	УМОВНИХ
СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ОБ’ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ .....	14
1.1 Характеристика ПС 110/35/10 кВ «Козелець» .....	14
1.2 Характеристика розподільчих електричних мереж напругою 10 кВ, які живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» .....	20
1.3 Аналіз технічного стану силового електричного обладнання встановленого на ПС 110/35/10 кВ «Козелець».....	22
1.4 Комплексна якісна оцінка технічного стану розподільчих електричних мереж 10 кВ, які живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець».....	24
1.5 Висновки за розділом .....	26
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ІСНУЮЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ .....	27
2.1 Вибір та обґрунтування засобів для моделювання та розрахунку режимів роботи електричних мереж.....	27
2.2 Огляд середовища DIgSILENT Power Factory .....	27
2.3 Методи розрахунку режимів роботи електричних мереж напругою 10 кВ.....	29
2.4 Вихідні параметри трансформаторів та ліній електропередач для програмного пакету Power Factory.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 1
2.5 Створення моделі електричної мережі 10 кВ з ПС 110/35/10 кВ «Козелець» в програмному пакеті Power Factory.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

2.6	Результати розрахунку нормального режиму роботи електричних мереж 10 кВ, що живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» за існуючих електричних навантажень .....	40
2.7	Прогнозування електричних навантажень .....	49
2.8	Результати розрахунку нормального режиму роботи електричних мереж 10 кВ, що живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» за перспективних електричних навантажень .....	50
2.9	Висновки за розділом .....	59
3	<b>ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 10 КВ, ЩО ЖИВЛЯТЬСЯ ВІД ПС 110/35/10 КВ «КОЗЕЛЕЦЬ»</b> .....	64
3.1	Перелік можливих заходів з підвищення ефективності функціонування електричних мереж .....	64
3.2	Вибір заходів для підвищення ефективності функціонування мереж 10 кВ, що живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець».....	67
3.3	Реконструкція електричних мереж 10 кВ, що живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» .....	68
3.4	Результати розрахунку нормального режиму роботи електричних мереж 10 кВ, що живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» після реконструкції за перспективних електричних навантажень .....	86
3.5	Висновки за розділом .....	96
4	<b>ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПС 110/35/10 КВ «КОЗЕЛЕЦЬ»</b> .....	98
4.1	Перевірка відповідності схем електричних з'єднань зі сторони ВН, СН та НН ПС 110/35/10 кВ «Козелець» вимогам чинних нормативних документів	98
4.2	Розрахунок струмів однофазного та трифазного КЗ на ПС 110/35/10 кВ «Козелець» з використанням програмного пакету Power Factory	100



4.2.1	Створення моделі та введення необхідних параметрів для розрахунку струмів КЗ.....	10
	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
4.2.2	Аналіз отриманих результатів розрахунку струмів КЗ .....	108
4.3	Реконструкція РУ ВН ПС 110/35/10 кВ «Козелець» .....	109
4.3.1	Вибір комутаційного обладнання 110 кВ.....	109
4.3.2	Вибір вимірювальних трансформаторів струму та напруги зі сторони 110 кВ .....	115
4.4	Реконструкція РУ СН ПС 110/35/10 кВ «Козелець» .....	121
4.4.1	Вибір комутаційного обладнання 35 кВ.....	124
4.4.2	Вибір вимірювальних трансформаторів струму та напруги зі сторони 35 кВ .....	124
4.5	Реконструкція РУ НН ПС 110/35/10 кВ «Козелець» .....	127
4.5.1	Вибір комутаційного обладнання 10 кВ.....	127
4.5.2	Вибір вимірювальних трансформаторів струму та напруги зі сторони 10 кВ .....	129
4.6	Вибір обмежувачів перенапруги зі сторони ВН, СН та НН підстанції 110/35/10 кВ «Козелець» .....	132
4.7	Висновки за розділом .....	137
5	<b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ.....</b>	<b>1</b>
	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	<b>8</b>
5.1	Техніко-економічні розрахунки реконструкції ПС 110/35/10 кВ «Козелець».....	<b>1</b>
	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	<b>8</b>
5.1.1	Розрахунок вартості реконструкції ПС 110/35/10 кВ «Козелець»..	<b>1</b>
	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
5.1.2	Оцінка економічної ефективності заміни силового обладнання на ПС 110/35/10 кВ «Козелець».....	140

5.2	Техніко-економічні розрахунки з реконструкції електричних мереж 10 кВ, що живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець».....	144
5.2.1	Розрахунок капіталовкладень в реконструкцію розподільних електричних мереж 10 кВ, які живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» .....	144
5.2.2	Оцінка економічної ефективності реконструкції електричних мереж 10 кВ, що живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець».....	146
5.3	Висновки за розділом .....	151
6	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	152
6.1	Загальні положення з охорони праці.....	152
6.2	Вимоги до заземлення ПС.....	153
6.3	Результати розрахунку заземлення на ПС 110/35/10 кВ «Козелець».....	156
6.4	Висновки за розділом .....	160
	ВИСНОВКИ.....	1
	61	
	ПЕРЕЛІК	
	ПОСИЛАНЬ.....	163
	ДОДАТОК А ПЕРЕЛІК КРЕСЛЕНЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ .....	166
	ДОДАТОК Б. ВИХІДНА ІНФОРМАЦІЯ.....	168
	ДОДАТОК В. ПАРАМЕТРИ РЕЖИМУ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ 10 КВ.....	188
	ДОДАТОК Г. РОЗРАХУНКОВІ СХЕМИ ФІДЕРІВ 10 КВ В ПРОГРАМНОМУ ПАКЕТІ POWER FACTORY .....	201
	ДОДАТОК Д. НОВІ СХЕМИ ФІДЕРІВ 10 КВ ЩО ЖИВЛЯТЬСЯ ВІД ПС «КОЗЕЛЕЦЬ» .....	232

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- ТР – трансформатор;  
ПС – підстанція;  
ПЛ – повітряна лінія;  
ЛЕП – лінія електропередачі;  
СВ – секційний вимикач;  
ВД – відокремлювач;  
КЗ – короткозамикач;  
ВП – вимикач потужності;  
СВ – секційний вимикач;  
ВРУ – відкрита розподільча установка;  
ТП – трансформаторна підстанція;  
ЗРУ – закрита розподільча установка;  
ТС – трансформатор струму.  
КЗ – коротке замикання;  
ОПН – обмежувач перенапруги;  
РУ – розподільча установка;  
ТН – трансформатор напруги.

## ВСТУП

Проектування систем електропостачання є складним та трудомістким процесом. Прийняття технічних рішень на стадії проектування обумовлює об'єм монтажних та будівельних робіт, безпеку та зручність експлуатації об'єктів що проектуються.

На стадії проектування визначаються місця розташування об'єктів електричних мереж, клас напруги, схеми з'єднання, способи підключення до енергосистеми. Вибір схем електричних з'єднань на ПС залежить від вибору кількості силових трансформаторів який в свою чергу обумовлений категорійністю споживачів, яких планується жити від даної ПС.

При проектування електричних мереж досліджується вплив нових об'єктів електричних мереж на існуючу енергосистему (зміну перетоків потужності, режими напруги на шинах ПС). Проводиться моделювання та розрахунок як нормальних так і післяаварійних усталених режимів, аналізуються отримані результати розрахунку з прийняттям відповідних висновків.

В даному магістерському проекті виконується моделювання та розрахунок нормальних режимів роботи ПС 110/35/10 кВ «Козелець» з електричними мережами 10 кВ що живляться від ПС. Моделювання та розрахунок виконується для існуючої мережі за існуючих навантажень, виконується прогнозування навантажень на перспективний період та виконується розрахунок параметрів режиму роботи існуючої мережі за перспективних навантажень, на основі аналізу отриманих результатів робляться відповідні висновки. Виконується заміна силового обладнання яке не відповідає нормативній документації, та яке згідно розрахунків не відповідає вимогам необхідно пропускної здатності електричної мережі. Формується нова структура електричних мереж.

До основних задач даного випускного кваліфікаційного проекту можна віднести наступне:

- оцінка ефективно функціонування ПС 110/35/10 кВ «Козелець»;

- вибір схем електричних з'єднань та основного силового обладнання на ПС 110/35/10 кВ «Козелець»
- розрахунок параметрів режиму роботи електричних мереж 10 кВ від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» ;
- оцінка технологічних витрат в електричних мережах 10 кВ що живляться від ПС 110/35/10 кВ «козелець»;
- прогнозування електричних навантажень Козелецького району;
- підвищення пропускної здатності електричних мереж від ПС 110/35/10 кВ «Козелець»;
- розрахунок електричного заземлення ПС 110/35/10 кВ «Козелець»
- техніко-економічне обґрунтування всіх прийнятих технічних рішень.

## 1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1 Характеристика ПС 110/35/10 кВ «Козелець»

Підстанція (ПС) 110/35/10 кВ «Козелець» була збудована та введена в експлуатацію в 1986 році. Дана підстанція є двохрансформаторною, в нормальному режимі роботи вона живить побутовий та промисловий комплекс Козелецького району. На рисунку 1.1 зображено розміщення ПС 110/35/10 кВ «Козелець» та включення даної підстанції в мережу 35, 110 кВ АТ «Чернігіволенерго» на плані місцевості.

До ПС «Козелець» підходить дві лінії 110 кВ, а саме: ПЛ-110 «Калита-Козелець» та ПЛ-110 кВ «Остер-Козелець» та 4 лінії 35 кВ. Дана ПС є прохідною, тобто вона може отримувати живлення як по лінії «Калита-Козелець» так і по лінії «Остер-Козелець», при включенні СВ-110 на ПС «Остер», транзитом через ПС «Остер», ПС «Виповзів» від мереж 110 кВ ПрАТ «Київобленерго». На рисунку 1.2 зображено фрагмент схеми нормального режиму електричної мережі АТ «Чернігіволенерго» з ПС 110/35/10 кВ «Козелець», як можна побачити з рисунку в нормальному режимі роботи обидва трансформатори залишаються в роботі, СВ-110 кВ на ПС «Козелець» включено, живлення даної ПС виконано лінією «Калита-Козелець», транзитом через дану ПС включено живлення Т-1 на ПС «Остер». Два трансформатори на ПС «Козелець» працюють окремо, тобто вимкнено СВ зі сторони СН та НН даної ПС.

Силові трансформатори на ПС 110/35/10 кВ «Козелець» було замінено в 2016 та 2018 роках на нові типу ТДТН-16000/110/35/10 технічні характеристики даних трансформаторів приведені в таблиці 1.1.

За повною версією роботи звертатися на кафедру ЕЛЕКТРИЧНОЇ  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## ВИСНОВКИ

В ході виконання даного випускного кваліфікаційного проекту, було виконано моделювання та розрахунок нормальних режимів роботи електричних мереж 10 кВ від ПС 110/35/10 кВ «Козелець». Проведено аналіз отриманих результатів розрахунку, виконано заміну перевантажених та недовантажених силових трансформаторів на відповідні номінали, проведено заміну перерізів проводів ЛЕП для підвищення пропускної здатності електричної мережі. Запропоновано нову схему живлення електричних мереж 10 кВ від ПС 110/35/10 кВ «Козелець».

Виконано оцінку технічного стану електричних мереж 10 кВ що живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець», за результатами якої було встановлено що електричні мережі значний термін знаходяться в експлуатації та вичерпали свій експлуатаційний ресурс, характеризуються значними втратами електричної енергії. Встановлено що частина перерізів проводів ЛЕП не відповідає необхідним умовам по механічній міцності згідно ПУЕ. Виконано заміну проводів що не відповідають необхідним умовам міцності.

Проведено оцінку ефективності функціонування ПС 110/35/10 кВ «Козелець». Виконано розрахунок струмів однофазного КЗ на шинах 110 кВ ПС, та струмів трифазного КЗ на шинах 110, 35 та 10 кВ ПС «Козелець». Виконано перевірку існуючих схем електричних з'єднань на ПС «Козелець» зі сторони ВН, СН та НН, за результатами перевірки встановлено що схема РУ ВН не відповідає необхідним умовам, вибрано нову схему електричних з'єднань. Виконано вибір нового силового обладнання на ПС 110/35/10 кВ «Козелець, за результатами розрахунку струмів короткого замикання виконано перевірку силового обладнання на відповідність необхідним умовам.

Запроектовано контур заземлення на ПС 110/35/10 кВ «Козелець» з метою захисту працівників від ураження електричним струмом, виконано «сітку»



вирівнювання потенціалів на території ПС. Контур заземлення включає в себе природні та штучні заземлювачі.

Виконано розрахунок економічної ефективності заміни силового обладнання на ПС 110/35/10 кВ «Козелець» за результатами розрахунків період повернення капіталовкладень склав 10,3 років.

Також, виконано розрахунок економічної ефективності реконструкції електричних мереж 10 кВ що живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» за результатами розрахунків період повернення капіталовкладень склав 1,3 роки.

Як видно з отриманих результатів розрахунку економічної ефективності реконструкції ПС та електричних мереж що живляться від неї, реконструкція є доцільною. Реконструкція електричних мереж та ПС дасть змогу зменшити втрати електричної енергії та заощадити кошти.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Технічна рада енергопостачальних компаній НАК «Енергетична компанія України». Загальні технічні вимоги щодо влаштування підстанцій 35-150 кВ нового покоління для енергопостачальних компаній [Текст]: рішенням технічної ради енергопостачальних компаній НАК «Енергетична компанія України», 29 січня 2007 р.

2. Правила улаштування електроустановок. – Офіційне видання. Міненерговугілля України. – Х.: Форт, 2017. –760с.

3. СОУ-Н МПЕ 40.1.20.576:2005 Методичні вказівки з обліку та аналізу в енергосистемах технічного стану розподільних мереж напругою 0,38-20 кВ з повітряними лініями електропередачі. Настанова. – К.: ОЕП «ГРІФРЕ», 2005. – 92с.

4. СОУ-Н ЕЕ 20.571:2007 Оцінка технічного стану повітряних ліній електропередавання напругою від 35 кВ до 750 кВ. Методичні вказівки Частина 1. Металеві та залізобетонні опори. Паспортизація ліній. – К.: ОЕП «ГРІФРЕ», 2017. – 122 с.

5. ГКД 34.20.503-97 Методичні вказівки по організації системи експлуатаційного обслуговування повітряних ліній електропередачі напругою 0,4–20 кВ трансформаторних підстанцій напругою 6–20/0,4 кВ та розподільних пунктів 6–20 кВ. – Х.: Видавництво «Індустрія», 2013. – 143 с.

6. «Методичні вказівки з обліку та аналізу в енергосистемах технічного стану розподільних мереж – Комплексна якісна оцінка технічного стану ПЛ. – Режим доступу: [https://forca.com.ua/instrukcii/rospodilni-merezhi/metodichni-vkazivki-z-obliku-ta-analizu-v-energosistemah-tehnicnogo-stanu-rozpodilnih-merezh\\_3.html](https://forca.com.ua/instrukcii/rospodilni-merezhi/metodichni-vkazivki-z-obliku-ta-analizu-v-energosistemah-tehnicnogo-stanu-rozpodilnih-merezh_3.html).

7. Сайт компанії «DIGSILENT». Powerfactory applications – Режим доступу: <https://www.digsilent.de/en/powerfactory.html>.

8. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях: Учеб. Пособие для вузов / Ю.Н. Астахов, В.А. Веников, В.В. Ежков и др., Под ред. В.А. Веникова. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с., ил.

9. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 1999-01-01 – М. ИПК «Издательство стандартов», 1998. – 38 с.

10. Филатов А.А. Оперативное обслуживание электрических подстанций. – М.: Энергия, 1980. – 232 с., ил.

11. Зорін В. В., Шторин Є.А., Буйний Р.О. Електричні мережі та системи (окремі розділи): навчальний посібник для студентів вищ. навч. закл. Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 248с.

12. ГКД 341.004.001-94 Норми технологічного проектування підстанцій змінного струму з високою напругою 6-750 кВ . Міненерго України – Х.: Видавництво «Індустрія», 2011. – 75 с.

13. СОУ-Н ЕЕ 20.178:2008 Схеми принципів електричні розподільчих установок напругою від 6 кВ до 750 кВ електричних підстанцій. Настанова. – К.: ДП «НТУКЦ» АсЕлЕнерго, 2008. – 81 с.

14. LCNE IEC/TR 60909-0:2008. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. – Введ. 2010-01-01 – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 46 с.

15. Сайт компанії «Високовольтний союз». Вакуумні вимикачі. – Режим доступу: <http://www.vsoyuz.com/ru/produkcija>.

16. Електронний магазин. – Режим доступу: <https://prom.ua/>.

17. Гусарова Е.В. Экономическое обоснование эффективности проектных решений и внедрения новой техники на железнодорожном транспорте [Текст]: Е.В.Гусарова. – Хабаровск: Центр дистанционного обучения, 2008.

18. Сайт компанії ТОВ «АЕС-08». Трансформаторы силовые. Трансформаторы ТМ(10), (6) 0,4 новые. – Режим доступу: <http://atrans.in.ua/transformatoryi-tm-106-04-novyie/c1>.

19. Сайт компанії «АГАРТ». Самонесущие провода СИП, САПт, АС. Провод АС. – Режим доступу: <https://agart.ua/2001491895-provod-as>.

20. Інформація щодо роздрібних тарифів на електричну енергію, що відпускається для кожного класу споживачів, крім населення, на території України, на IV квартал 2018 року. Головна сторінка НКРЕКП. – Режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua/?id=34869>.

21. Україна. Закони. Закон України про охорону праці: Закон України від 14 жовтня 1992 № 2695-ХІІ. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.

22. НПАОП 40.1-1.01-97 «Правил безпечної експлуатації електроустановок».

**ДОДАТОК А ПЕРЕЛІК КРЕСЛЕНЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ**

Таблиця А.1 – Перелік інформаційних плакатів та креслень

Формат	Кількість аркушів	Шифр	Назва
A1	1	НУЧП.565722.001ЕЗ	Запропонована схема електрична принципова ПС 110/35/10 кВ «Козелець»
A1	2	НУЧП.565722.001ПР	План та розрізи ПС 110/35/10 кВ «Козелець»
A1	1	НУЧП.565722.001КС	Карта-схема перспективних електричних мереж 10 кВ, які живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець»
A1	1	НУЧП.565722.001ТС	Результати комплексної якісної оцінки технічного стану електричних мереж 10 кВ, які живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець»
A1	1	НУЧП.565722.001ВП	Результати розрахунку втрат потужності в електричних мереж 10 кВ, які живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» до реконструкції та після
A1	1	НУЧП.565722.001ВН	Результати розрахунку напруги на шинах 10 кВ ТП 10/0,4 кВ, які живляться від ПС 110/35/10 кВ «Козелець» до реконструкції та після
A1	1	НУЧП.565722.001ЕП	Техніко-економічні показники реконструкції ПС 110/35/10 кВ «Козелець» з електричними мережами 10 кВ, які живляться від ПС

