

*Вінницький національний технічний університет
(ВНТУ)*

***РЕКОНСТРУКЦІЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ 10 КВ З
ПЕРЕВЕДЕННЯМ НА КЛАС НАПРУГИ 20 КВ***

Керівник магістерської роботи
к.т.н., доцент Бурикін О.Б.

Розробив студент гр. ЕСМ-16м з/в
Вигонюк П.М.

Згідно комплексної якісної оцінки «Держенергонагляду» щодо технічного стану мереж електропередавальних організацій України станом на 01.01.2016 в незадовільному та непридатному стані знаходилось:

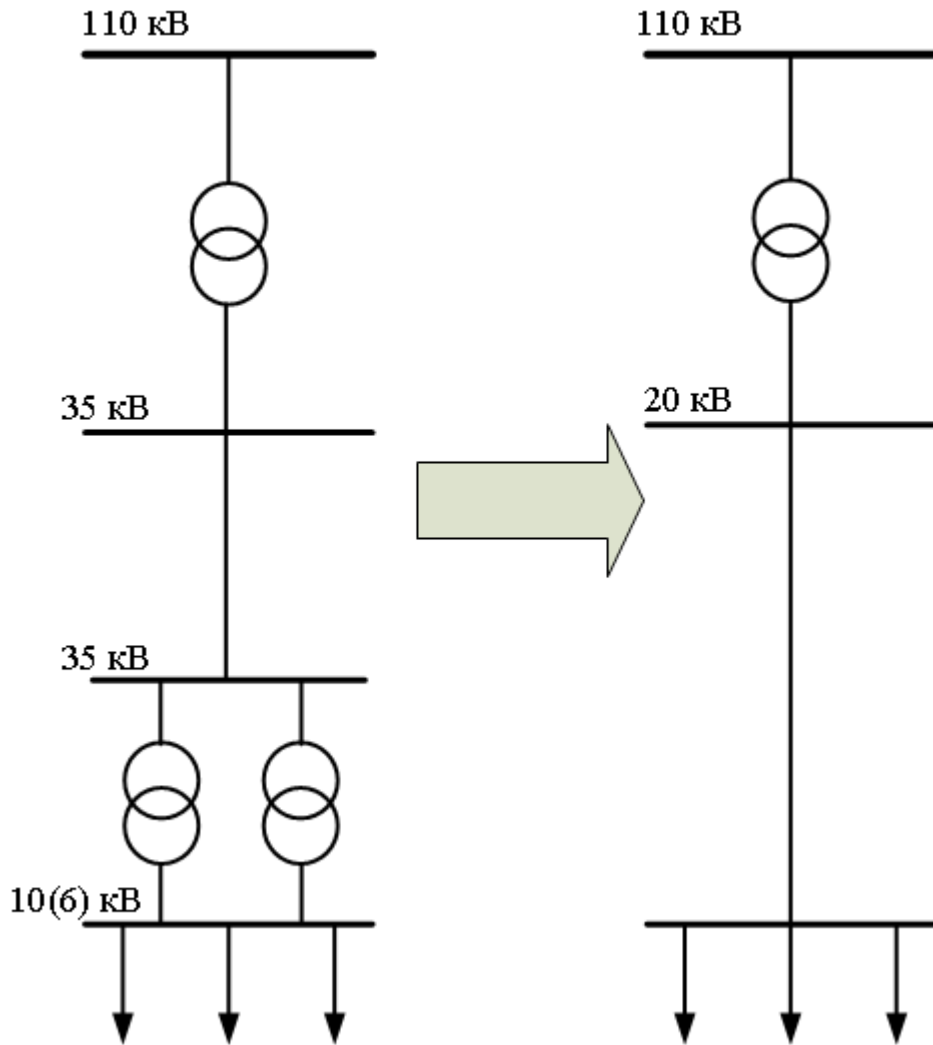
- більше 78 тис. км ПЛ 0,4-110(150) кВ;
- майже 32 тис. одиниць ТП (РП) 10(6)/0,4 кВ і 250 од. ПС 35-110(150) кВ.

Технічний стан зазначених об'єктів електричних мереж створює передумови до аварійних відключень з тривалим знеструмленням споживачів та населених пунктів. На сьогодні розподільні електричні мережі напругою 10(6) кВ майже вичерпали резерв пропускної здатності, мають надзвичайно низький рівень автоматизації, дистанційне управління обмежене застосуванням застарілого обладнання в РП (ТП), мережі, як правило, дуже розгалужені, мають значну протяжність, секціонування їх практично всюди забезпечується лінійними роз'єднувачами. Тому реальна тривалість перерв електропостачання в Україні сягає від 580 до 870 хвилин, тоді як у країнах ЄС – до 40 хвилин.

Одним з способів економії електроенергії в електричних мережах для енергокомпаній та споживачів є перехід напруги розподільчих мереж 6 (10) кВ на більш високу напругу. На сьогоднішній день існує величезна кількість іноземних прикладів застосування розподільчих мереж більш високої напруги. Як приклад можна привести такі країни:

Країна	Клас напруги, кВ	Примітка
Європа		
Фінляндія	10, 20, 110, 220, 400	10 кВ тільки в великих містах
Німеччина	20, 60, 110, 150, 220, 380	
Польща	15, 20, 35, 110, 220, 330, 400, 750	Переходять на 20 кВ
Франція	20, 225, 400	Перехід на 20 кВ в 1962 р.
Інші країни		
Японія	22, 66, 154, 275, 500, 1000	

А також інші країни Європи, які мають розподільчі мережі напругою 20-22 кВ: Чехія, Словаччина, Болгарія, Італія.



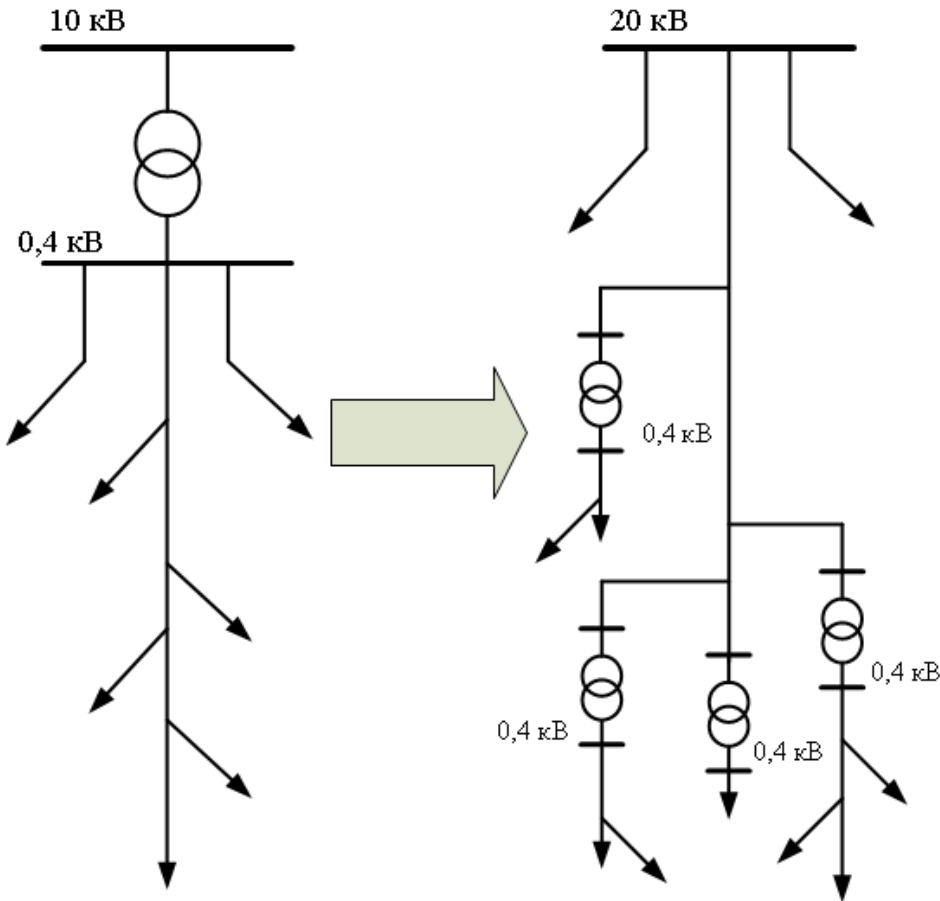
Переваги:

- Використання нового обладнання (ТП , РП) в габаритах старого;
- Можливість усунення дефіциту потужності на центрах живлення, розвантаживши перевантажені РП - 6(10) кВ існуючих ПС;
- Створення резерву потужності для гарантованого надійного електропостачання споживачів;
- Реконструкція існуючих мереж з використанням сучасного, більш надійного обладнання, розподільних трансформаторів з магнітопроводами з аморфної сталі із зменшеними втратами холостого ходу;

Недоліки:

- Можливе збільшення довжини ліній середньої напруги;
- Можливе збільшення кількості ТП 110 кВ.

Переваги та недоліки підвищення класу напруги



Переваги:

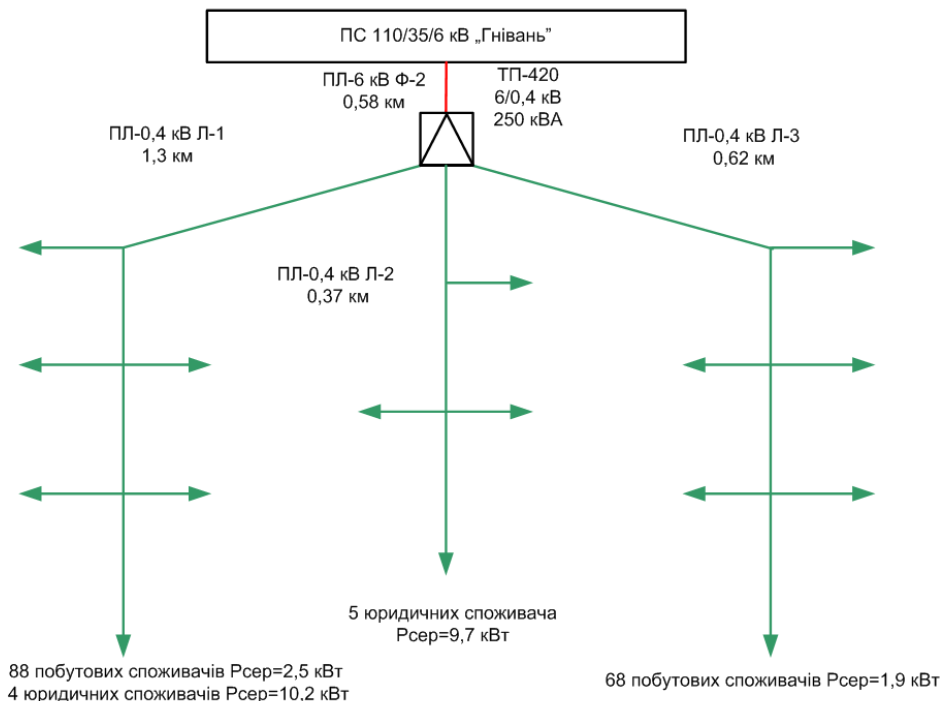
- Передача більшої потужності при тих же перетинах провідників;
- Зниження технологічних втрат;
- Зменшення загальної довжини мереж 0,4 кВ та втрат в ній за рахунок використання щоглових КТП 20/0,4 кВ;
- Збереження охоронних зон повітряних ліній електропередач (для ПЛ 6, 10, 20 кВ - 10 метрів);
- Реконструкція існуючих мереж з використанням сучасного, більш надійного обладнання, захищеного проводу (СІП-3) для ПЛ, кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену;
- Покращення показників якості електропостачання (SAIDI та SAIFI) за рахунок використання більш надійного обладнання, режиму роботи мережі (нейтралі).

Недоліки:

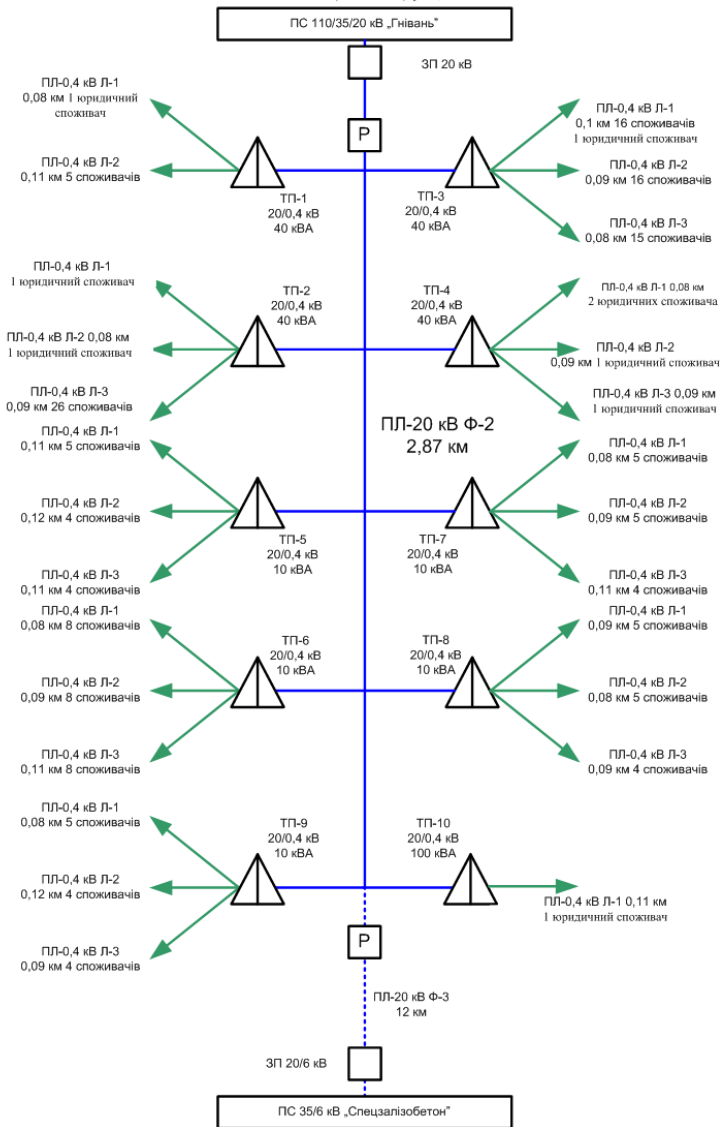
- Підвищені вимоги до заземлення;
- Підвищення струмів короткого замикання.

Переваги та недоліки підвищення класу напруги

До реконструкції



Після реконструкції



	До реконструкції	Після реконструкції
ПЛ-6 кВ, км	0,58	0
ПЛ-20 кВ, км	0	2,87
ПЛ-0,4 кВ, км (магістральні ділянки)	2,29	0
Ввода 0,4 кВ, шт.	167	167
ТП, шт.	1	10
Загальна потужність ТП, кВА	250	310

- ПЛ-6 кВ
- ПЛ-20 кВ
- ПЛ-0,4 кВ

Зведена інформація про режимні параметри досліджуваної системи на номінальній напрузі 6 кВ

Фідер	Завантаження головної ділянки		Напруга на найвіддаленішій ТП кВ	Втрати напруги	
	А	%		кВ	%
ПС Гнівань					
Ф2	10	5,5	6,29	0,01	0,17
Ф28	20	8,7	6,26	0,04	0,67
Ф4	200	77,9	3,69	2,61	43,5
Ф20	160	74,2	5,37	0,93	15,5
Ф22	20	10,4	6,28	0,02	0,33
ПС «СЗБ»					
Ф18	10	6,9	6,29	0,01	0,17
Ф12	10	4,4	6,29	0,01	0,17
Ф22	250	140,6	3,69	2,61	43,5
Ф20	40	17,6	6,14	0,16	2,67

Зведена інформація про режимні параметри досліджуваної системи на номінальній напрузі 6 кВ

Місце локалізації втрат	Втрати активної потужності		Втрати енергії, кВт·год/рік
	кВт	%	
Навантажувальні втрати в лініях електропередавання	1250	21,5	1968500
Навантажувальні втрати в трансформаторах	59,3	1,02	93375,4
Втрати неробочого ходу в трансформаторах	71,2	1,23	623974
Сумарні втрати в трансформаторах	130,5	2,25	717350,4
Сумарні втрати	1380,5	23,8	2685850,4

Зведена інформація про режимні параметри досліджуваної системи на номінальній напрузі 10 кВ

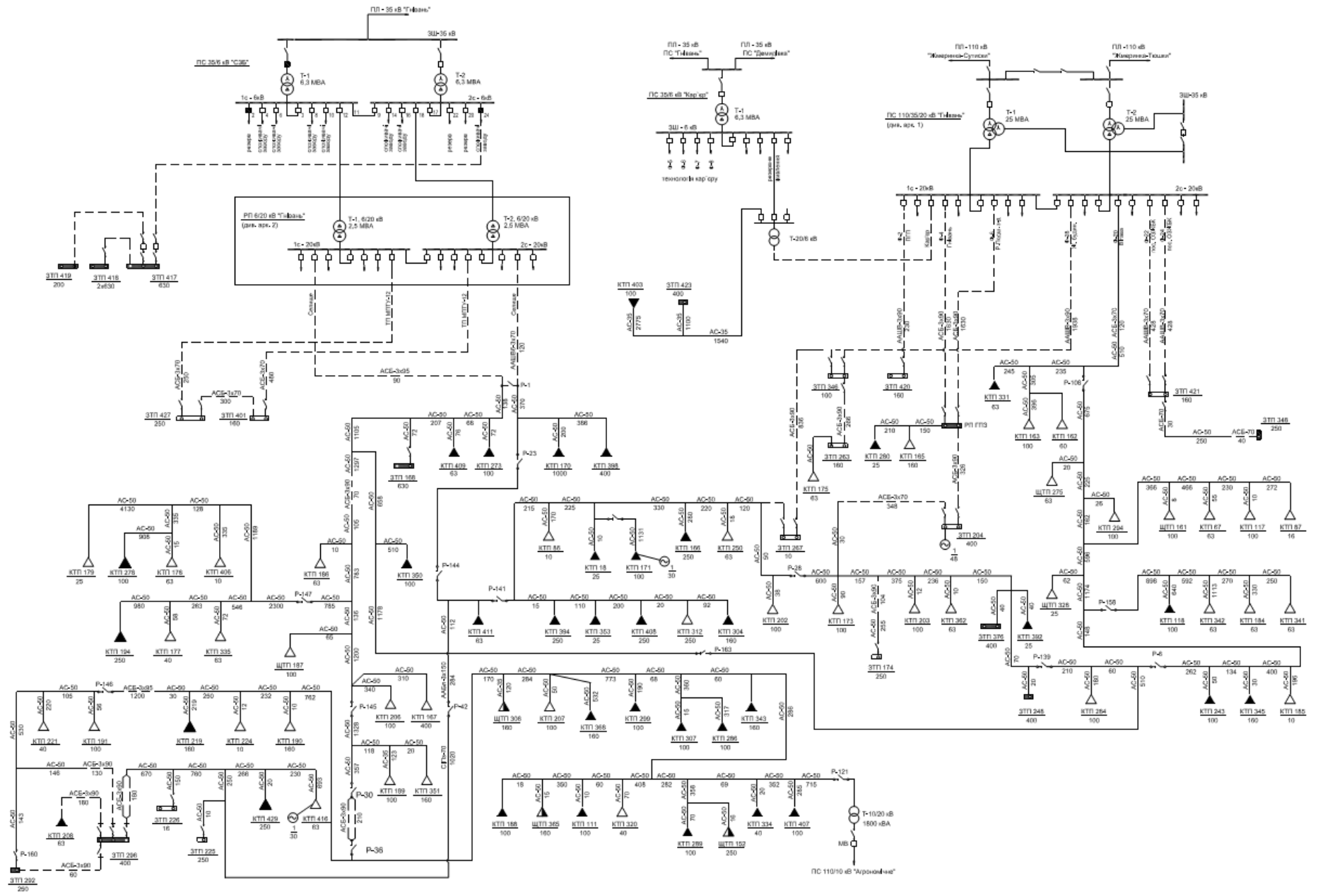
9

Фідер	Завантаження головної ділянки		Напруга на найвіддаленішій ТП кВ	Втрати напруги	
	А	%		кВ	%
ПС Гнівась					
Ф2	10	4,3	10,5	0,001	0,01
Ф28	10	6,5	10,47	0,03	0,3
Ф4	140	53,5	10,1	0,4	4
Ф20	110	51,7	9,99	0,6	6
Ф22	20	7,9	10,49	0,01	0,1
ПС «СЗБ»					
Ф18	10	5,2	10,49	0,01	0,1
Ф12	10	3,2	10,5	0,001	0,1
Ф22	330	152,6	7,92	2,58	25,8
Ф20	60	23,9	10,34	0,16	1,6

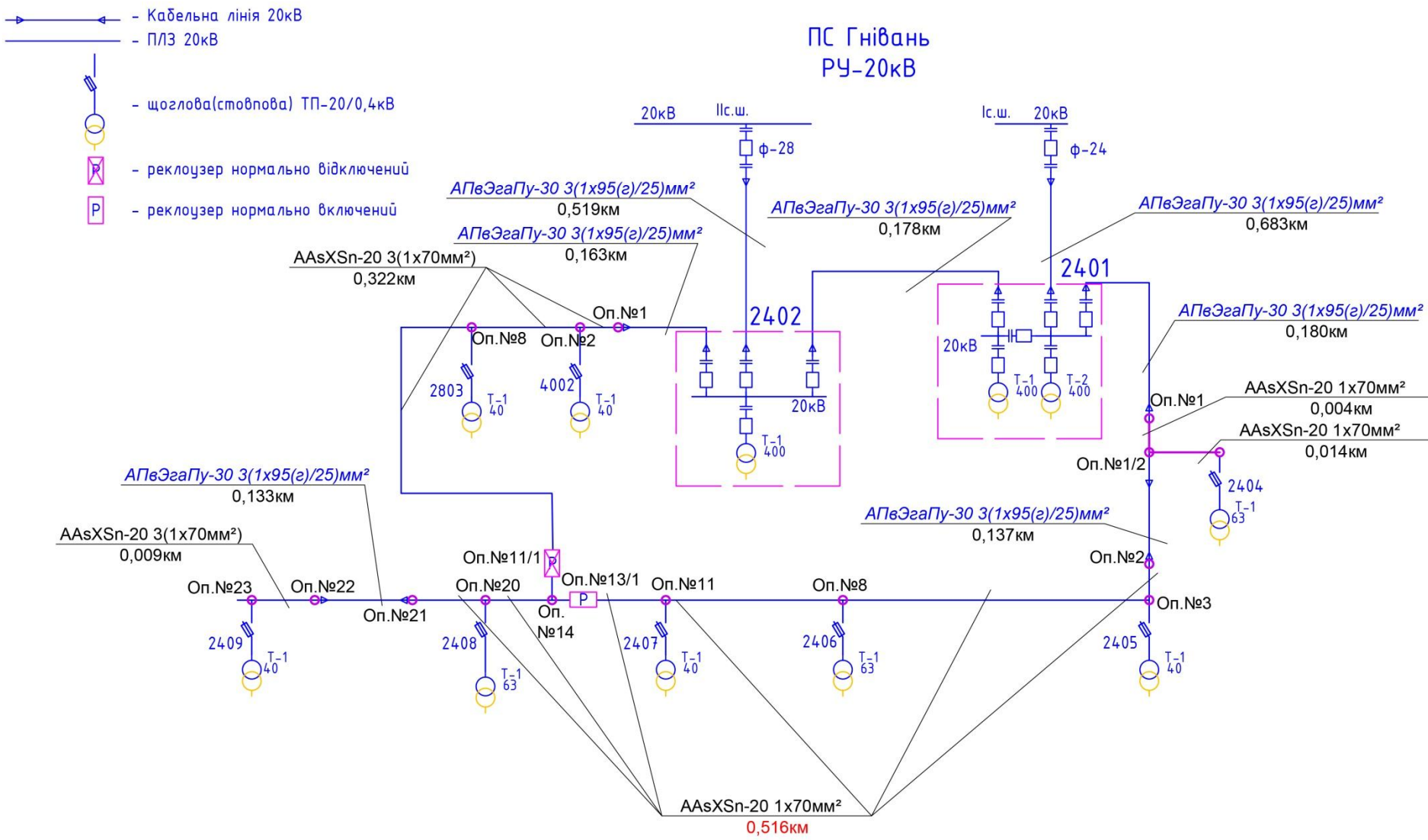
Зведена інформація про режимні параметри досліджуваної системи на номінальній напрузі 20 кВ

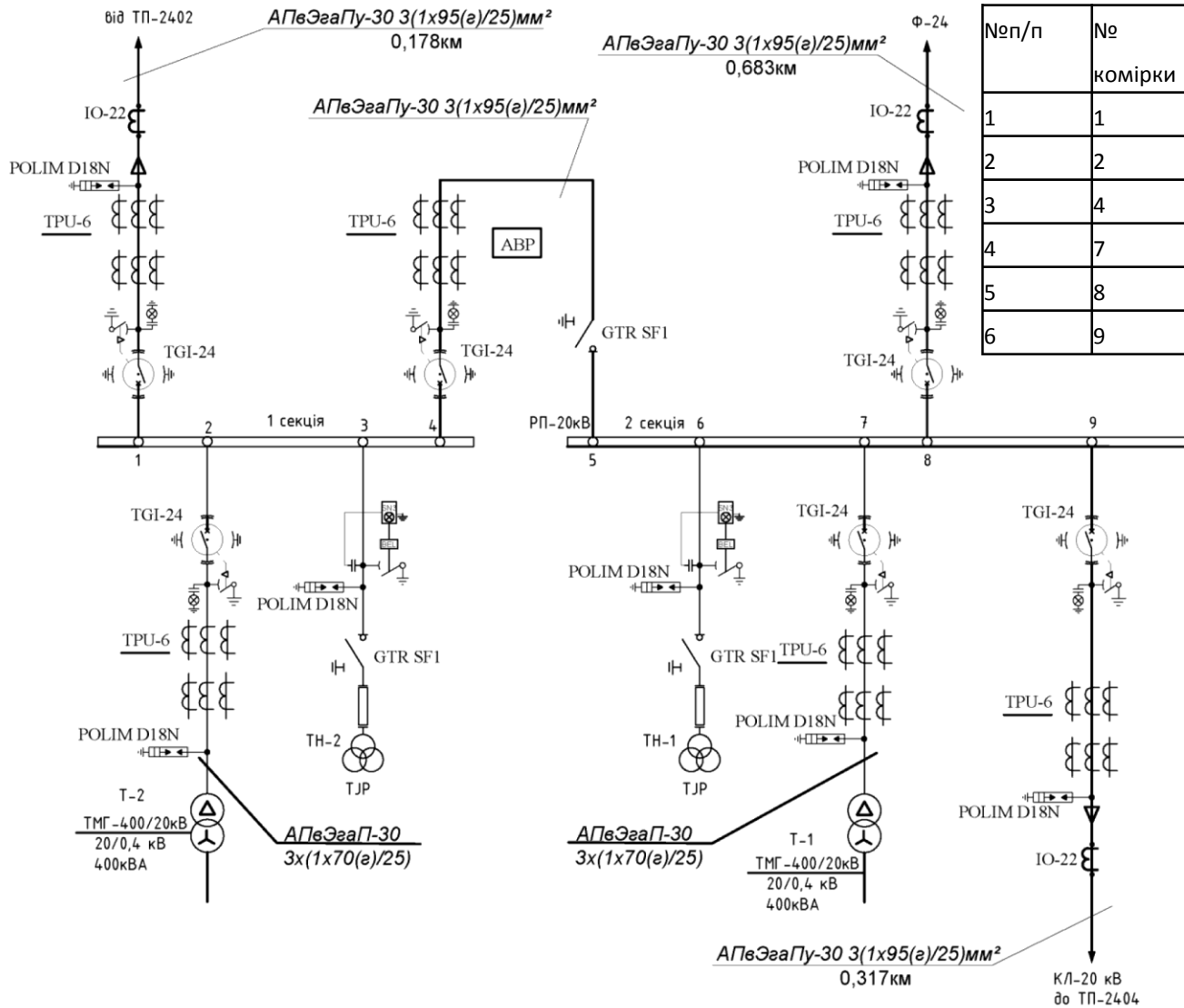
10

Фідер	Завантаження головної ділянки		Напруга на найвіддаленішій ТП кВ	Втрати напруги	
	А	%		кВ	%
ПС Гнівась					
Ф2	4	2,1	21	0,001	0,005
Ф28	10	3,1	20,99	0,01	0,05
Ф4	70	25,7	20,81	0,19	0,95
Ф20	50	25,0	20,75	0,25	1,25
Ф22	10	3,9	20,99	0,01	0,05
ПС «СЗБ»					
Ф18	10	2,6	21	0,001	0,005
Ф12	3	1,5	21	0,001	0,005
Ф22	130	63,8	19,95	1,05	5,25
Ф20	30	11,8	20,92	0,08	0,4

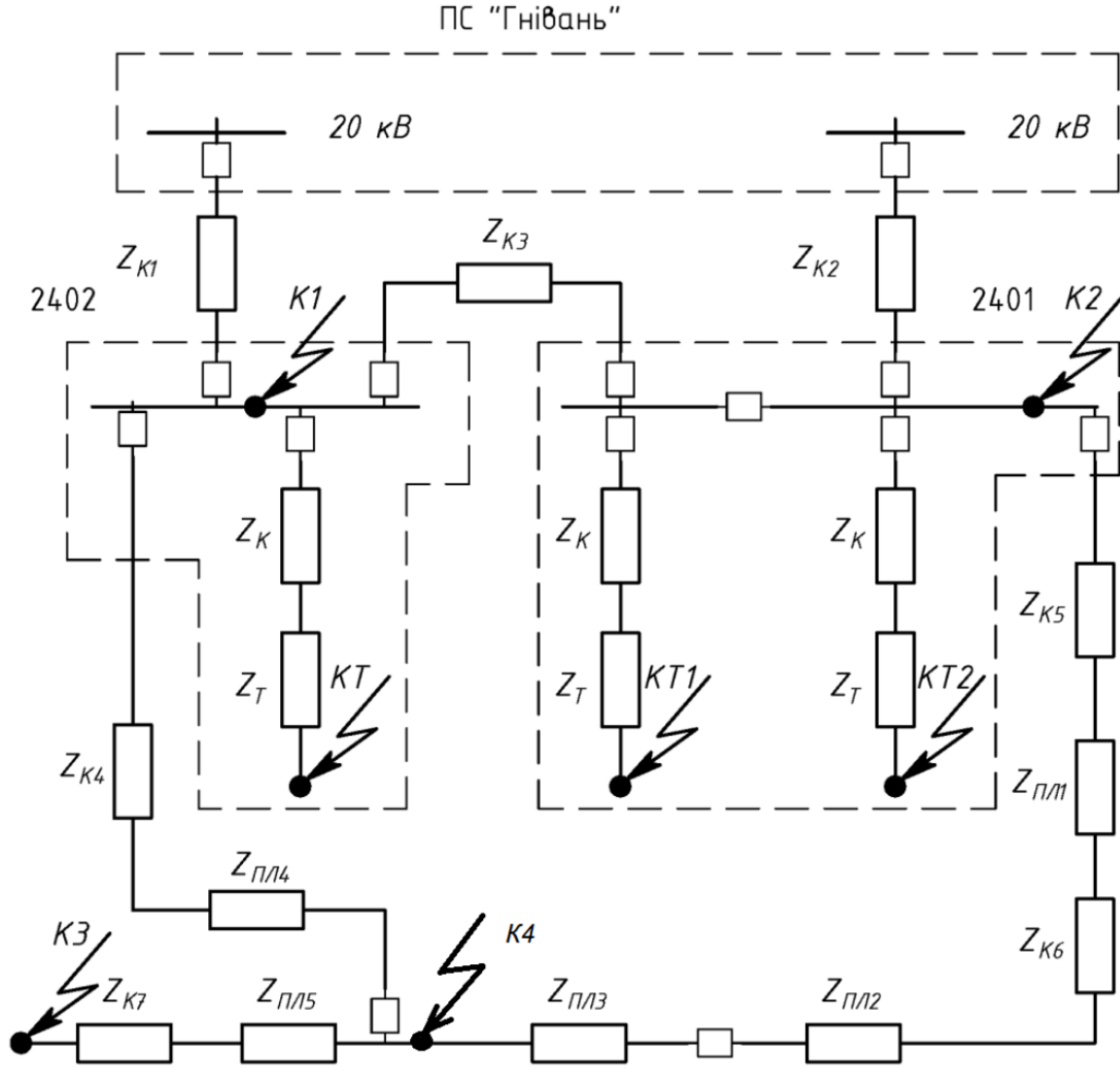


Електрична схема мережі 20 кВ Ф№28 ТА Ф№24





№п/п	№ комірки	Призначення	Коефіцієнт ТС
1	1	Ввод від ТП-2402	200/5
2	2	Т-2	75/5
3	4	Секційний вимикач	200/5
4	7	Т-1	75/5
5	8	Ввод від ПС «Гніваний»	200/5
6	9	ТП-2404	200/5



№ п/п	Найменування	Величина, кА	Примітка
1	$I_{K3_{K1\max}}^{(3)}$	3,452	на шинах ЗТП-2402
2	$I_{K3_{K1\min}}^{(3)}$	2,397	на шинах ЗТП-2402
3	$I_{K3_{K1\max}}^{(3)}$	3,339	при живлені від ЗТП-2401
4	$I_{K3_{K1\min}}^{(3)}$	2,342	при живлені від ЗТП-2401
5	$I_{K3_{K2\max}}^{(3)}$	3,397	на шинах ЗТП-2401
6	$I_{K3_{K2\min}}^{(3)}$	2,370	на шинах ЗТП-2401
7	$I_{K3_{K2\max}}^{(3)}$	3,392	при живлені від ЗТП-2402
8	$I_{K3_{K2\min}}^{(3)}$	2,368	при живлені від ЗТП-2402
9	$I_{K3_{K3\max}}^{(3)}$	3,18	при живлені від ЗТП-2402
10	$I_{K3_{K3\min}}^{(3)}$	2,262	при живлені від ЗТП-2402
11	$I_{K3_{K3\max}}^{(3)}$	3,051	при живлені від ЗТП-2401
12	$I_{K3_{K3\min}}^{(3)}$	2,196	при живлені від ЗТП-2401
13	$I_{K3KT\max}(3)$	0,177	
14	$I_{K3KT\min}(3)$	0,173	
15	$I_{K3KT1\max}(3)$	0,177	
16	$I_{K3KT1\min}(3)$	0,173	
17	$I_{K3KT2\max}(3)$	0,177	
18	$I_{K3KT2\min}(3)$	0,173	

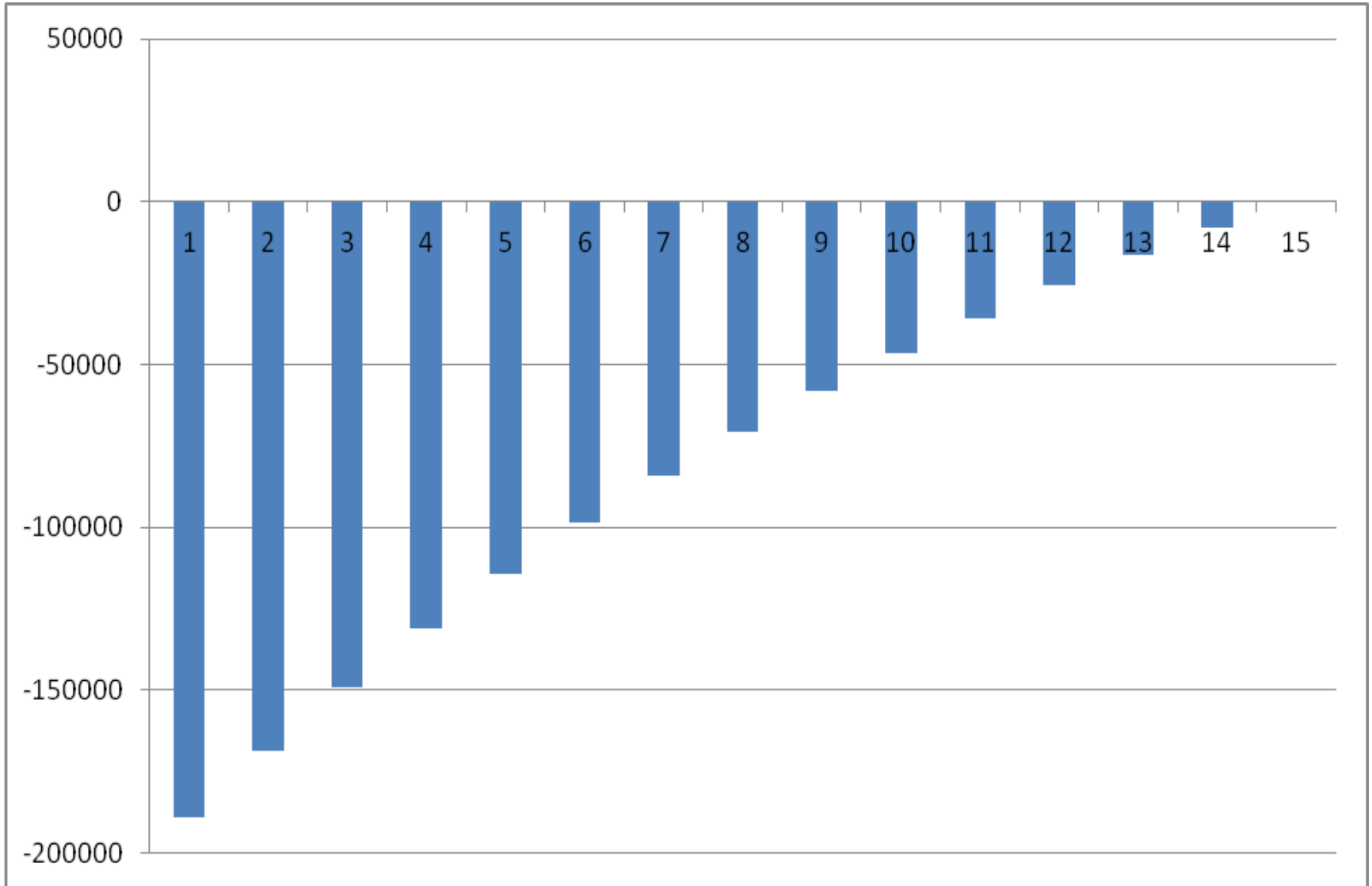
№ п/п	Найменування	Величина, кА	Примітка
1	$I_{k3_{K1\max}}^{(3)}$	3,452	на шинах ЗТП-2402
2	$I_{k3_{K1\min}}^{(3)}$	2,397	на шинах ЗТП-2402
3	$I_{k3_{K1\max}}^{(3)}$	3,339	при живлені від ЗТП-2401
4	$I_{k3_{K1\min}}^{(3)}$	2,342	при живлені від ЗТП-2401
5	$I_{k3_{K2\max}}^{(3)}$	3,397	на шинах ЗТП-2401
6	$I_{k3_{K2\min}}^{(3)}$	2,370	на шинах ЗТП-2401
7	$I_{k3_{K2\max}}^{(3)}$	3,392	при живлені від ЗТП-2402
8	$I_{k3_{K2\min}}^{(3)}$	2,368	при живлені від ЗТП-2402
9	$I_{k3_{K3\max}}^{(3)}$	3,18	при живлені від ЗТП-2402
10	$I_{k3_{K3\min}}^{(3)}$	2,262	при живлені від ЗТП-2402
11	$I_{k3_{K3\max}}^{(3)}$	3,051	при живлені від ЗТП-2401
12	$I_{k3_{K3\min}}^{(3)}$	2,196	при живлені від ЗТП-2401
13	$I_{k3KT\max}(3)$	0,177	
14	$I_{k3KT\min}(3)$	0,173	
15	$I_{k3KT1\max}(3)$	0,177	
16	$I_{k3KT1\min}(3)$	0,173	
17	$I_{k3KT2\max}(3)$	0,177	

У якості СВ вибираємо ступінь МТЗ1, у якості МСЗ - ступінь МТЗ.

Відповідно уставки ступенів МРЗС-05М становлять:

МТЗ1. $I_{уст} = 33,33$ А; $T_{уст} = 0$ сек.

МТЗ2. $I_{уст} = 3,33$ А; $T_{уст} = 0,5$ сек.



За матеріалами магістерської роботи, при порівнянні варіантів реконструкції схеми РЕМ з різними ступенями напруг 10 кВ та 20 кВ визначено, що вартість реалізації варіанту на 20 кВ відрізняється від вартості реалізації варіанту на напругу 10 кВ менше 10%. Тому, відповідно п.6.2 СОБУ МЄВ 40.1-00100227-01:2016 пропонується варіант реконструкції РЕМ на напругу 20 кВ. Крім того, аналіз результатів моделювання усталеного режиму електричної мережі на напругу 6 кВ свідчить про досягнення нею межі пропускної здатності та неможливість забезпечення нормованої якості електричної енергії на шинах споживачів, а також збільшені втрати активної потужності, що потребує значних обсягів реконструкції РЕМ і відповідно переведення їх на більш високий ступінь номінальної напруги 20 кВ.

Слід відмітити, що перевід РЕМ на напругу 20 кВ потребує вирішення складних економічних і технічних питань, а саме:

- необхідність заміни практично усіх трансформаторів в РЕМ – 110/35/6(10) кВ, 110/6(10) кВ, 35/6(10) кВ, 6(10)/0,4 кВ на 110(150)/35/20 кВ, 110(150)/20 кВ, 35/20 кВ, 20/0,4 кВ відповідно;
- заміна КРУ (10) кВ на КРУ 20 кВ;
- заміна КЛ 6(10) кВ на КЛ 20 кВ (кабелі з ізоляцією шитого поліетилену). Перераховане обладнання відсутнє в номенклатурах вітчизняних заводів-виробників.

Крім того, для забезпечення нормативності переходу РЕМ на напругу 20 кВ, як на стадії проектування, так і в умовах експлуатації необхідно внести зміни в існуючі нормативно-технічні документи.

Перевід РЕМ на напругу 20 кВ однозначно призведе до:

- забезпечення нормованих показників якості електричної енергії;
- зниження втрат електроенергії в мережах;
- підвищення пропускної здатності мереж;
- забезпечення безпеки та ефективності експлуатації мереж;
- підвищення надійності електричних мереж;
- вирішення соціальних проблем (створення додаткових робочих місць).

Дякую за увагу