

*Вінницький національний технічний університет  
(ВНТУ)*

***Реконструкція електричної мережі 10 кВ Гніванського району з  
переведенням на клас напруги 20 кВ з щогловими  
трансформаторними підстанціями***

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

Розробив студент гр. 1ЕСМ-17м з/в  
Білоус В.О.

*Вінницький національний технічний університет  
(ВНТУ)*

***Реконструкція електричної мережі 10 кВ Гніванського району з  
переведенням на клас напруги 20 кВ з щогловими  
трансформаторними підстанціями***

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

Розробив студент гр. 1ЕСМ-17м з/в  
Білоус В.О.

Зростання попиту на електроенергію визначає необхідність збільшення пропускної спроможності існуючих мереж та забезпечення їх ефективного функціонування при мінімальних значеннях втрат електричної енергії. Одним з оптимальних рішень цього питання з економічної точки зору може бути підвищення номінальної напруги існуючої розподільної мережі в сільській місцевості, створення центрів живлення та прокладання нових ліній електропередавання підвищеної номінальної напруги у великих містах.

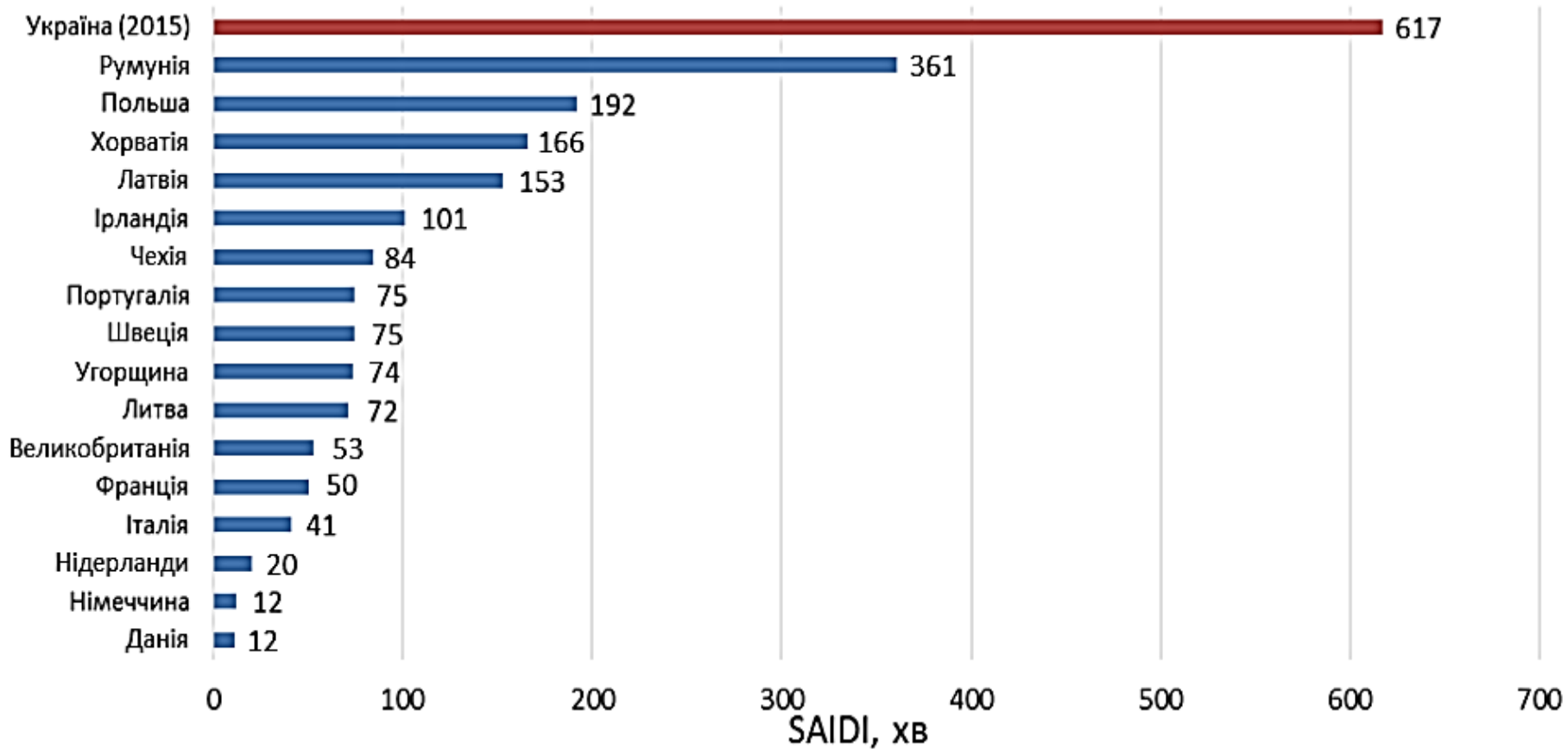
**Метою роботи** є дослідження перспектив використання технологій передачі електричної енергії на номінальній напрузі 20 кВ у розподільних електричних мережах України.

**Об'єктом дослідження** дисертаційної роботи є нормальні режими мережі 6 кВ Гніванського району, а **предметом дослідження** – техніко економічна ефективність підвищення класу напруги у розподільних електричних мережах.

**Методи дослідження.** В роботі були використані методи математичного моделювання, чисельні методи та статистичні методи оброблення інформації..

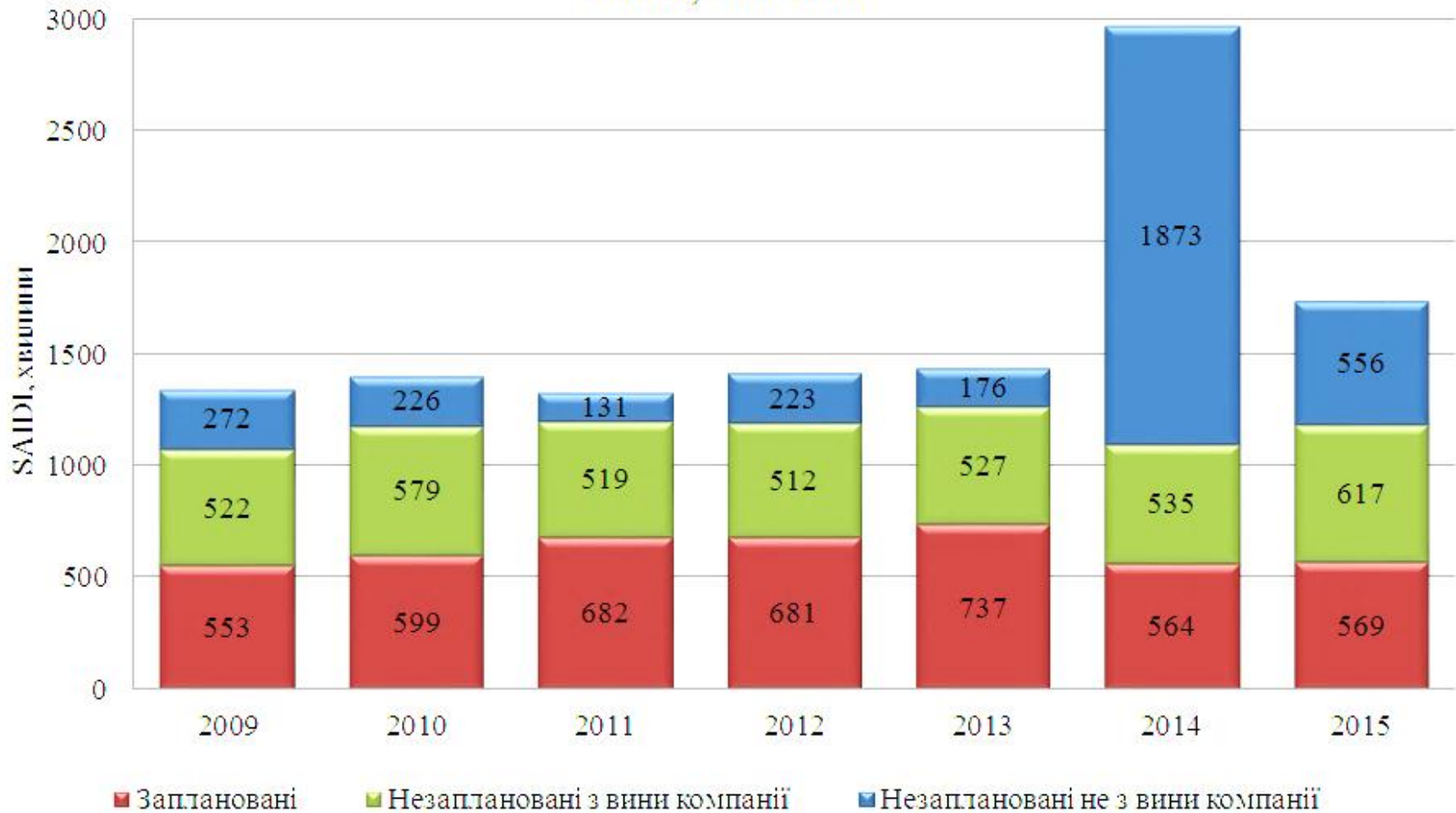
## Середній показник якості електропостачання SAIDI країн Європи

4

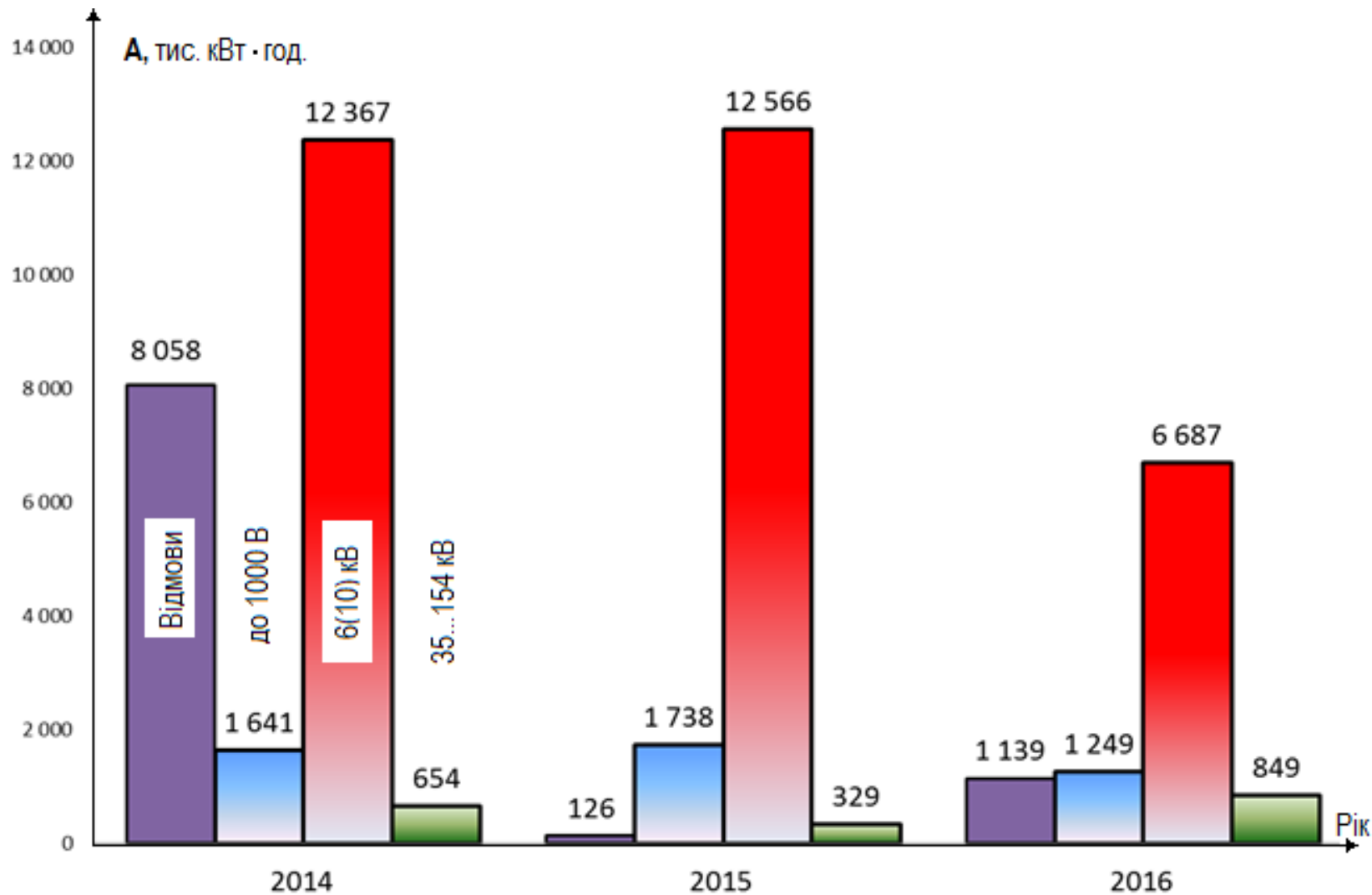


## Динаміка середнього значення показника якості електропостачання SAIDI в Україні по роках

SAIDI, 2009-2015

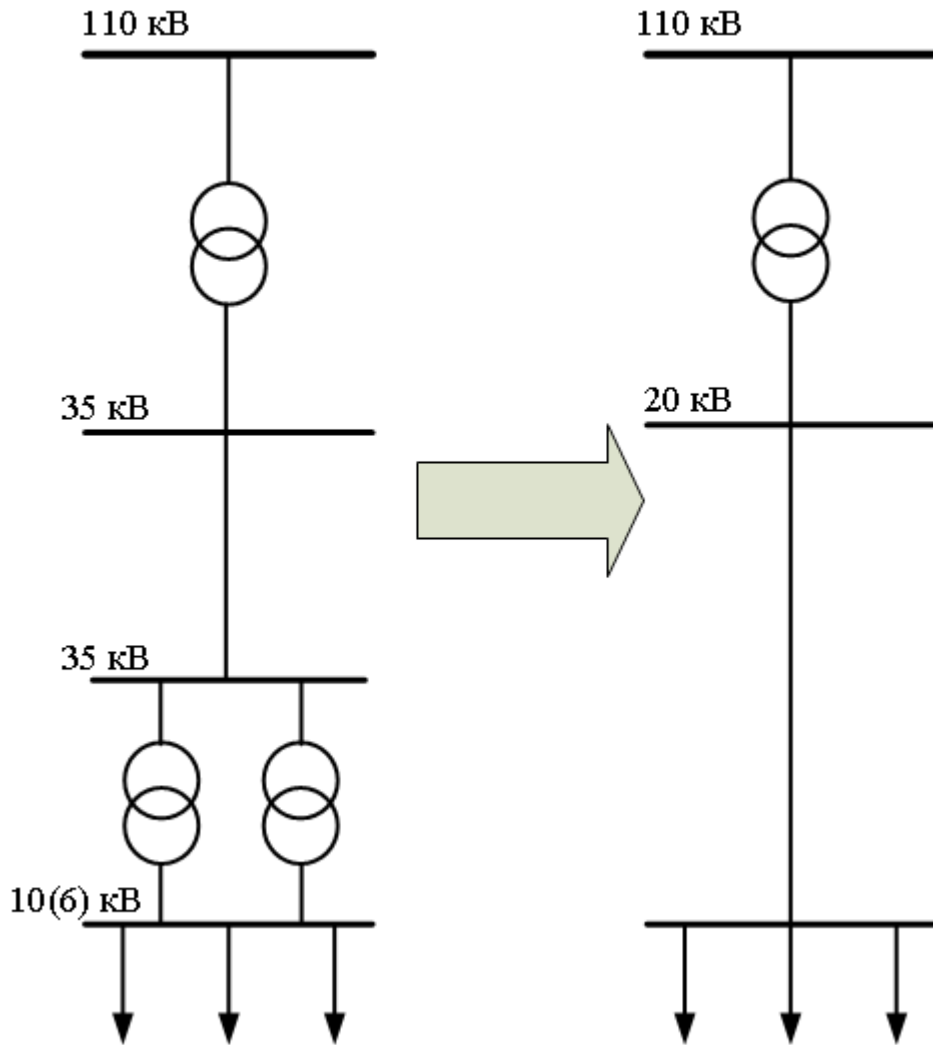


## Обсяг недовідпуску електричної енергії за перший квартал 2014–2016 років



# Номинальні напруги розподільних мереж трифазного змінного струму

Країна	Номинальні напруги, кВ										
Україна	-	3	6	10	-	-	35	-	-	-	110 (154)
Росія	-	3	6	10	-	20	35	-	-	-	110
Франція	-	3,2	5,5	10	15	20	30	45	60	90	110
Німеччина	1,2	3	6	10	15	20, 27	30	45	60	90	110
США	2,4	-	4,8 (7,8)	12	14,4	23	31,5	46	69	-	115 (138)
Бельгія	-	3	6	10	15	20	30	45	60	80	100
Австрія	-	3	5(6)	10	15	20 (25)	30 (35)	45	60	-	110
Чехія	-	3	6	10	15	20 (22)	30 (35)	45	60	80	100
Угорщина	-	2,7	5,4	9	13,5	18	31,5	-	45	90	125
Фінляндія	-	-	-	10	-	20	-	-	-	-	110



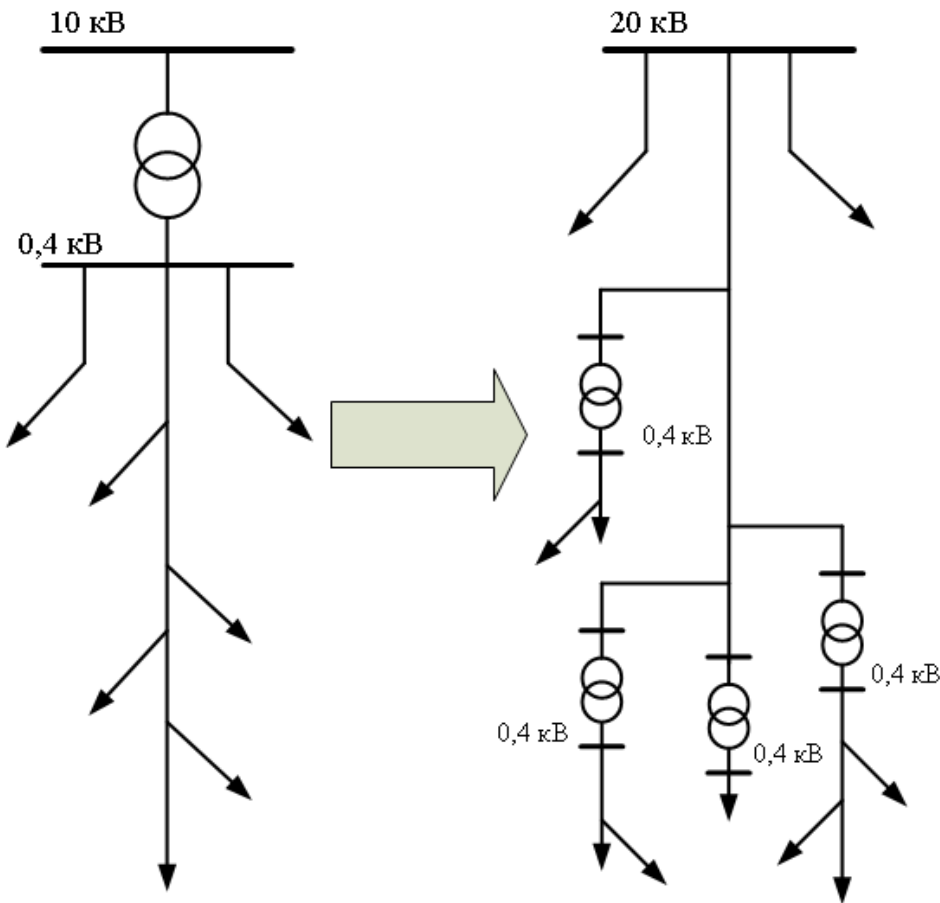
## Переваги:

- 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.





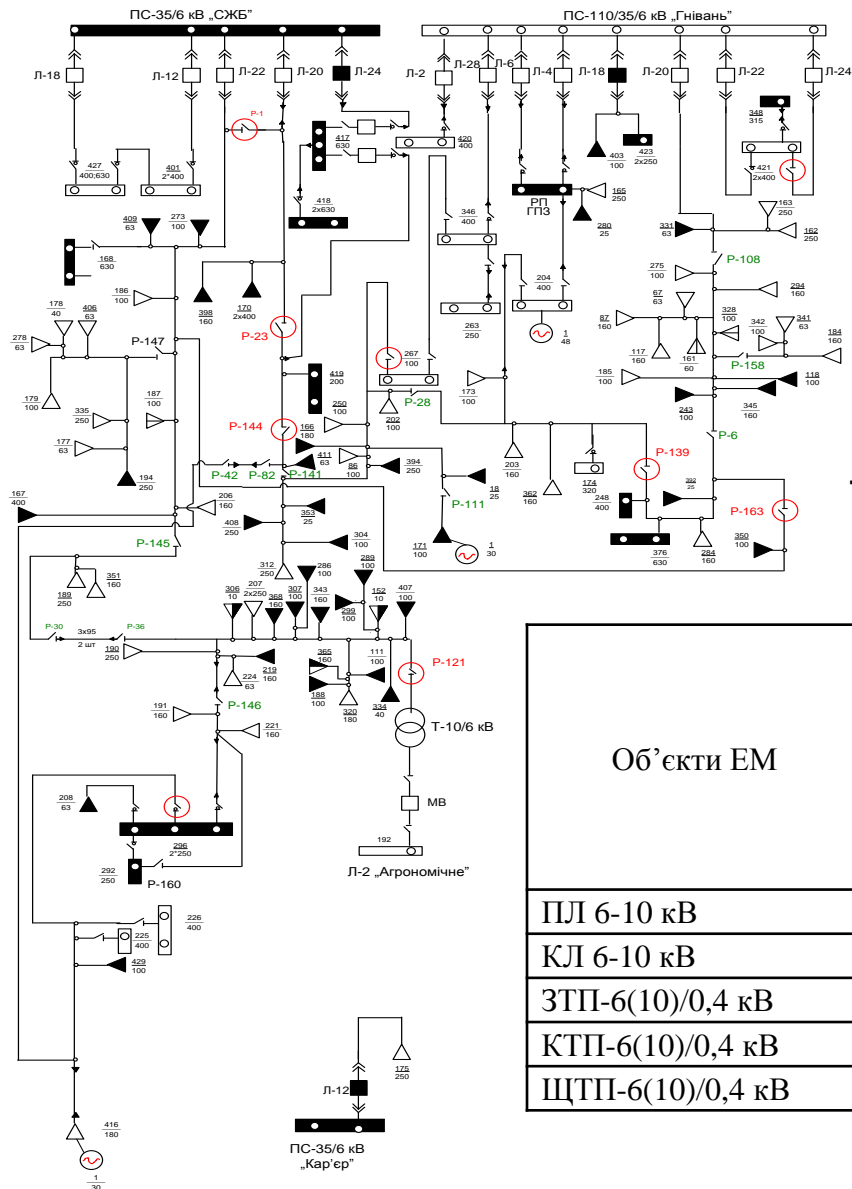
## Переваги:

- 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.

# Схема електричної мережі Гніванського вузла Тиврівських ЕМ



Технічний стан елементів розподільних ЕМ 6 кВ

Об'єкти ЕМ	Показники, %			
	добрий	підлягають:		
		капітальному ремонту	реконструкції	повній заміні (не придатні для подальшої експлуатації)
ПЛ 6-10 кВ	20,28	79,72	-	-
КЛ 6-10 кВ	73,72	-	13,76	12,54
ЗТП-6(10)/0,4 кВ	-	50,0	33,34	16,67
КТП-6(10)/0,4 кВ	65,63	28,13	6,25	-
ЩТП-6(10)/0,4 кВ	100,0	-	-	-

**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	%
<b>ПС Гнівань</b>					
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
<b>ПС «СЗБ»</b>					
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**

**12**

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**

**13**

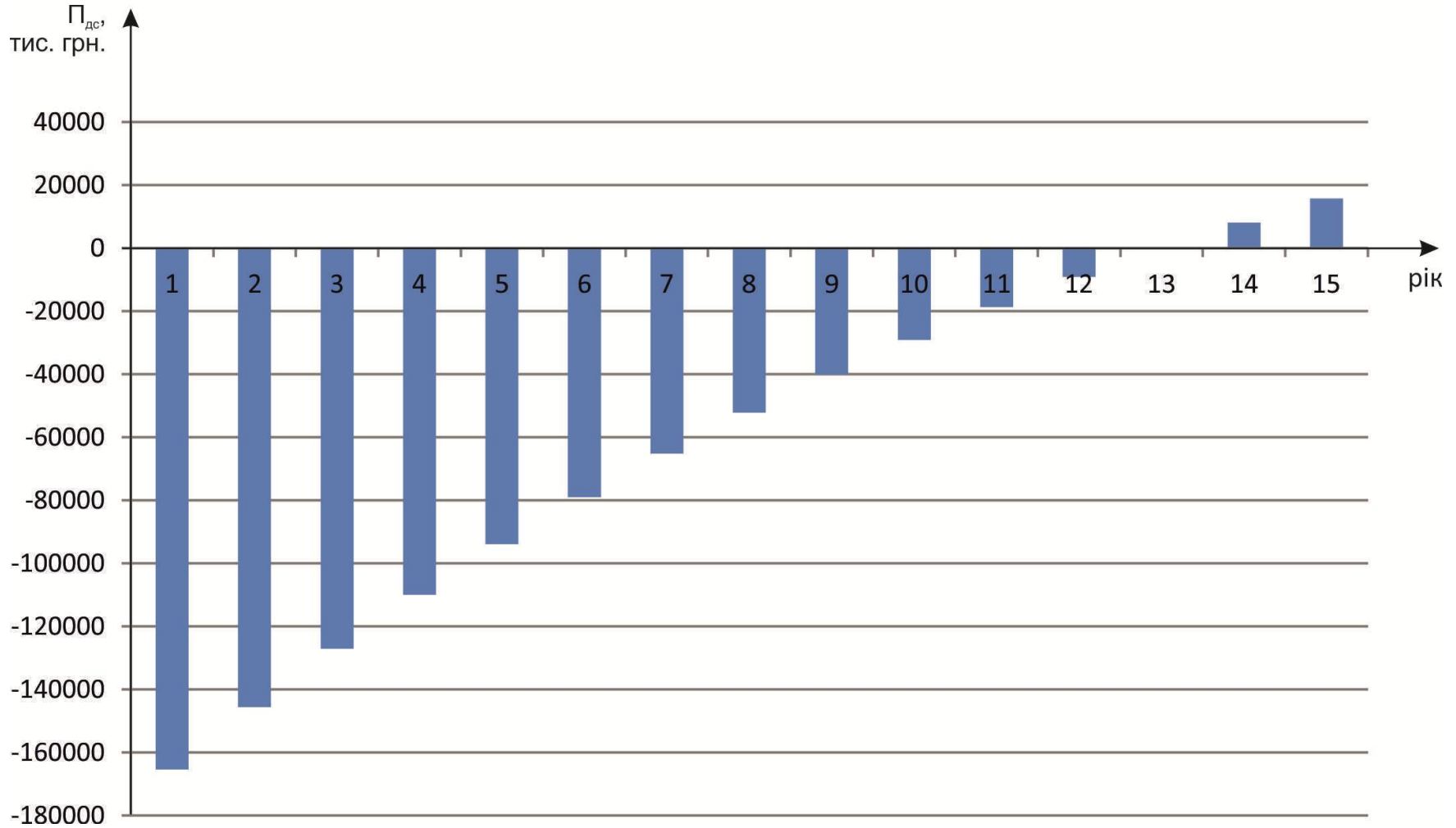
Фідер	Завантаження головної ділянки		Напруга на найвіддаленішій ТП кВ	Втрати напруги	
	А	%		кВ	%
<b>ПС Гнівась</b>					
Ф2	10	4,3	10,5	0,001	0,01
Ф28	10	6,5	10,47	0,03	0,3
Ф4	140	53,5	10,1	0,4	4
Ф20	110	51,7	9,99	0,6	6
Ф22	20	7,9	10,49	0,01	0,1
<b>ПС «СЗБ»</b>					
Ф18	10	5,2	10,49	0,01	0,1
Ф12	10	3,2	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**

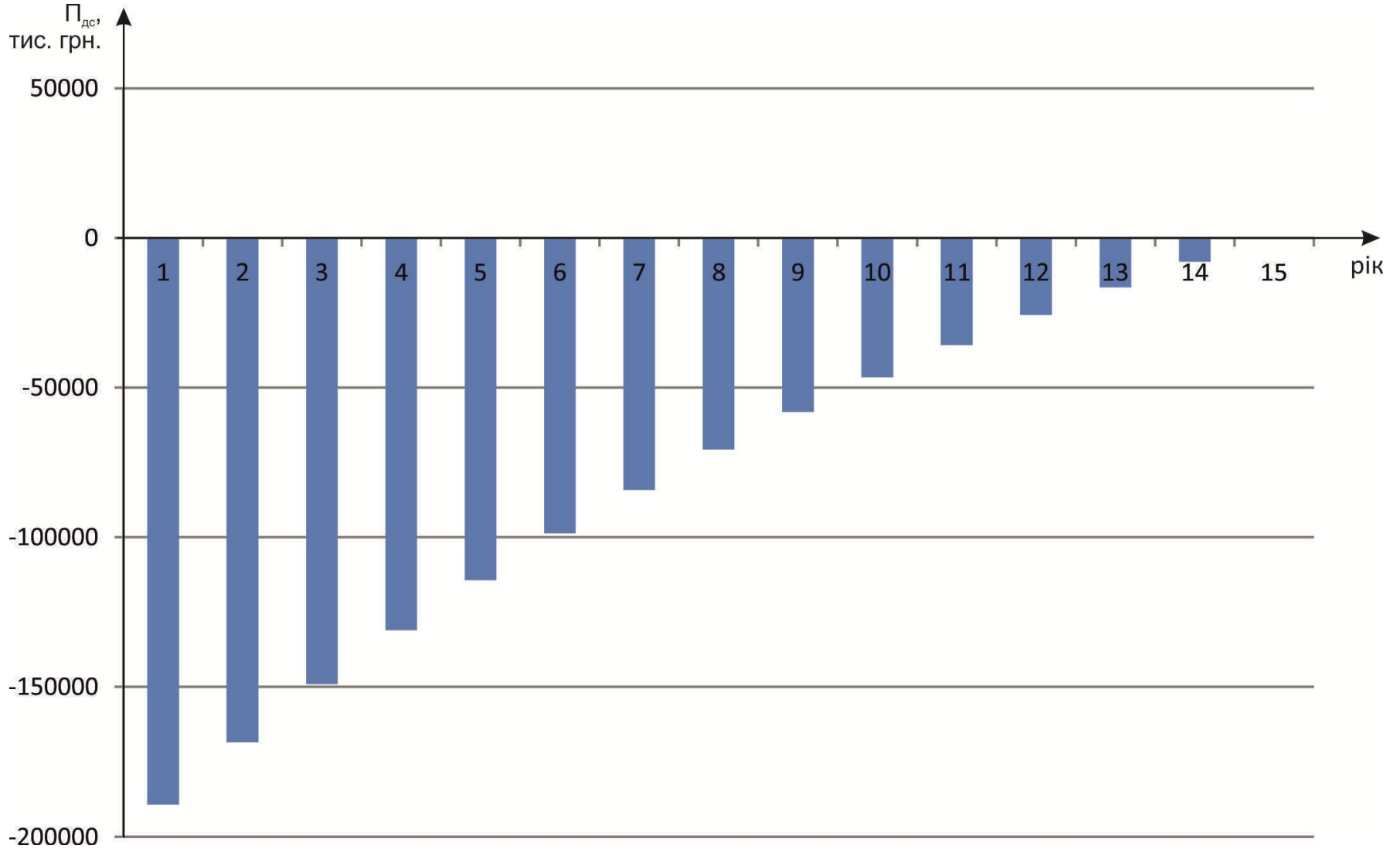
**14**

Фідер	Завантаження головної ділянки		Напруга на найвіддаленішій ТП кВ	Втрати напруги	
	А	%		кВ	%
<b>ПС Гнівась</b>					
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
<b>ПС «СЗБ»</b>					
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

**Термін окупності реконструкції розподільної електричної мережі з переведенням живлення на номінальну напругу 10 кВ**



**Термін окупності реконструкції розподільної електричної мережі з переведенням живлення на номінальну напругу 20 кВ**





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 МЕВ 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***