

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електричних станцій та систем

Дослідження впливу сонячних електростанцій на режими роботи розподільних електричних мереж

Кваліфікаційна робота за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» зі спеціальності: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.
Освітньо-професійна програма - Електричні системи і мережі

Виконав: ст. гр. 1ЕСМ-17м,
Ю. А. Фещук

Науковий курівник: д.т.н, доцент,
В. В. Кулик

Необхідність розвитку ВДЕ

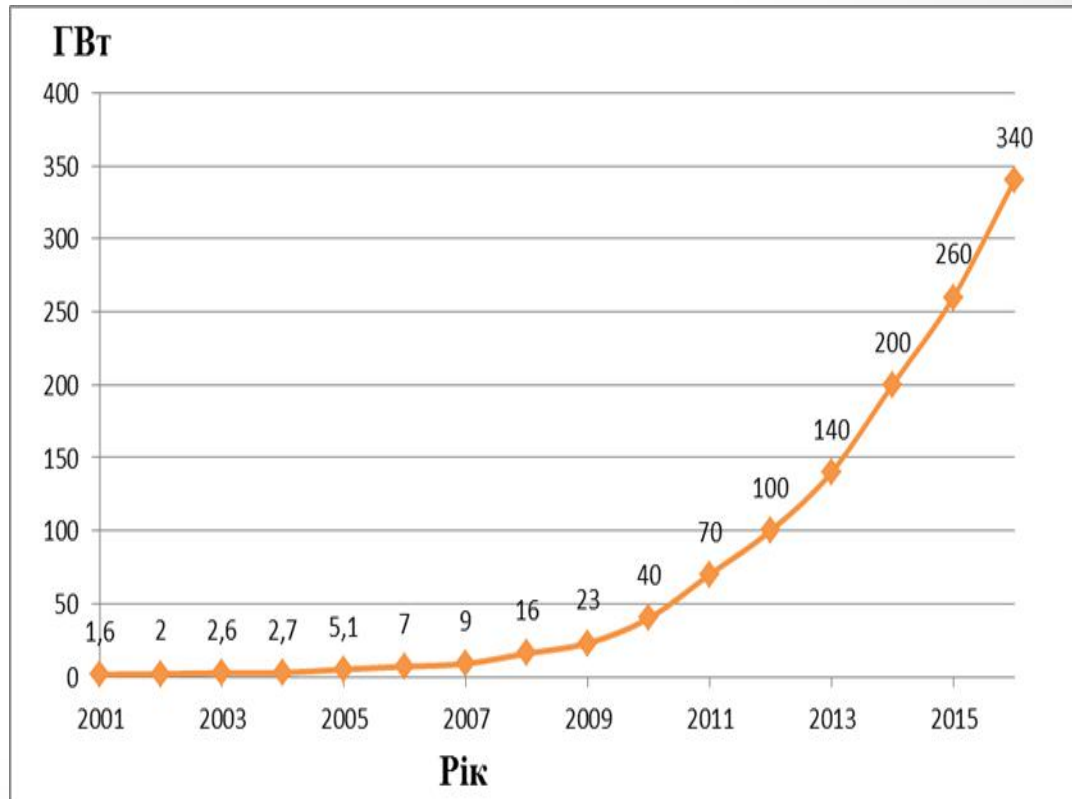
Розвиток відновлюваної енергетики є безповоротним, актуальним, безальтернативним процесом в Україні. З одного боку, в країні не вистачає викопних первинних енергоносіїв, що зумовлює її енергетичну залежність від інших країн. З іншого – Україна має значний енергетичний потенціал для розвитку відновлюваних джерел.

Однією з причин низьких темпів розбудови відновлюваної енергетики є неунормованість питань проектування і експлуатації ВДЕ. Переважна більшість відновлюваних джерел експлуатується в розподільних мережах, певним чином впливаючи на їх режими та режими електроспоживання. У випадку генерування, узгодженого з навантаженням електричних мереж (ЕМ), ефективність їх експлуатації підвищується, а якість електроенергії покращується.

До 2020 р. частка поновлюваних джерел енергії в загальному енергобалансі України повинна скласти не менше 11%, ключову роль в досягненні цього показника повинна зіграти сонячна енергетика.

Одним з лідируючих регіонів країни, по кількості побудованих сонячних електростанцій, є Вінницька область.

З 2016 р. в Україні реалізували один з унікальних проектів під назвою «Солар Парк Підгородне». Це – перша в Україні і СНД трекерна (трекер – поворотна система) сонячна електростанція з встановленою потужністю 2,7 МВт.



Об'єкт, мета, задачі

Об'єкт дослідження: сонячні електростанції у електричних мережах.

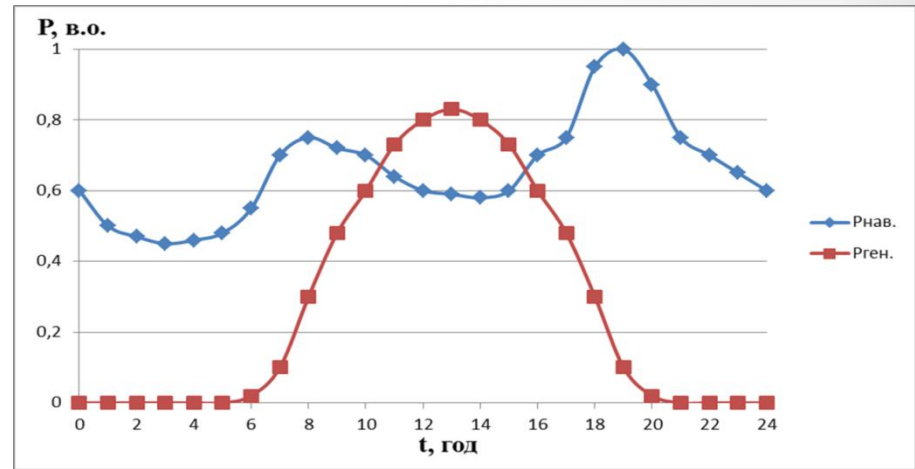
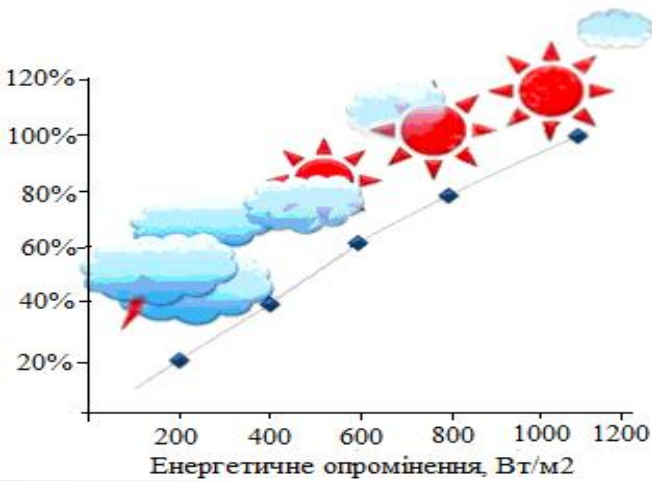
Предмет дослідження: вплив режимів роботи сонячних електростанцій на режими роботи розподільних електричних мереж.

Мета і задачі дослідження. Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є дослідження впливу сонячних електростанцій на режими роботи розподільних електричних мереж.

Відповідно до вказаної мети в роботі розв'язуються такі основні задачі:

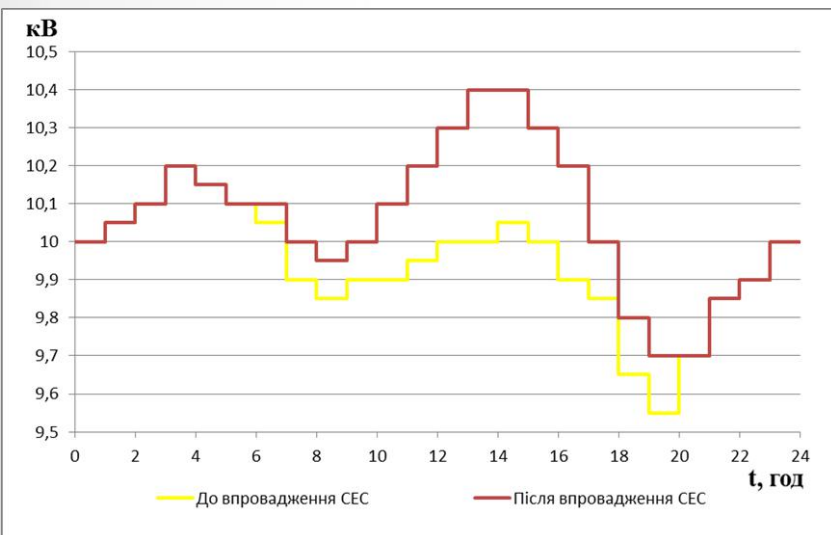
- дослідження проблеми експлуатації відновлювальних джерел енергії в розподільних електричних мережах;
- аналіз існуючих засобів керування роботою СЕС в розподільних електричних мережах;
- оцінювання впливу встановленої СЕС на втрати електроенергії в мережах;
- оцінювання впливу форми графіка генерування СЕС на рівні напруг та якість електроенергії;
- дослідження можливості збільшення встановленої потужності СЕС з огляду на ефективність експлуатації ЕМ;
- залежність втрат електроенергії в електричних мережах від температура-ури навколишнього середовища.

Невідповідність графіків електроспоживання та генерування СЕС. Вплив на якість напруги

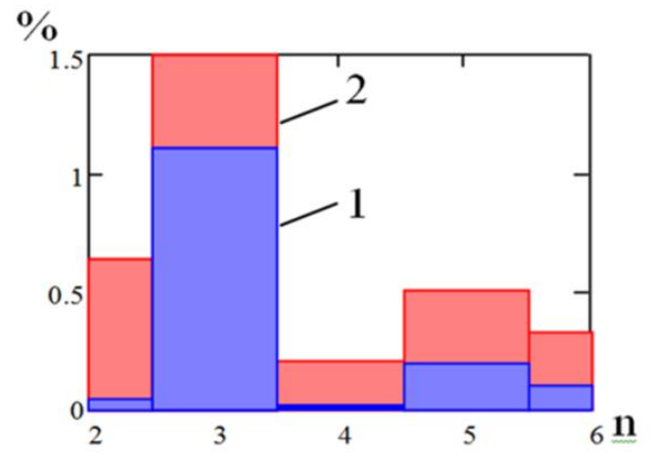


Графік споживання та генерування активної потужності

Вплив погодних умов на потужність генерування СЕС

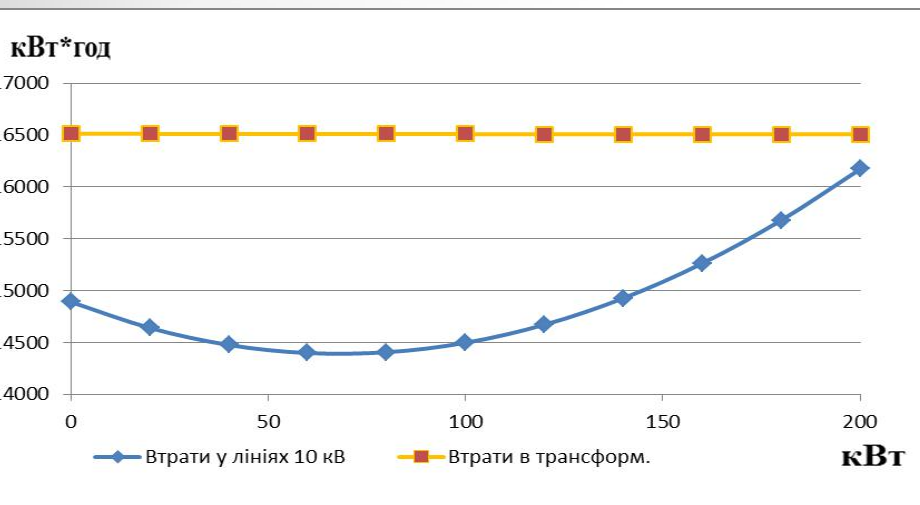


Зміни рівнів напруги у вузлі навантаження

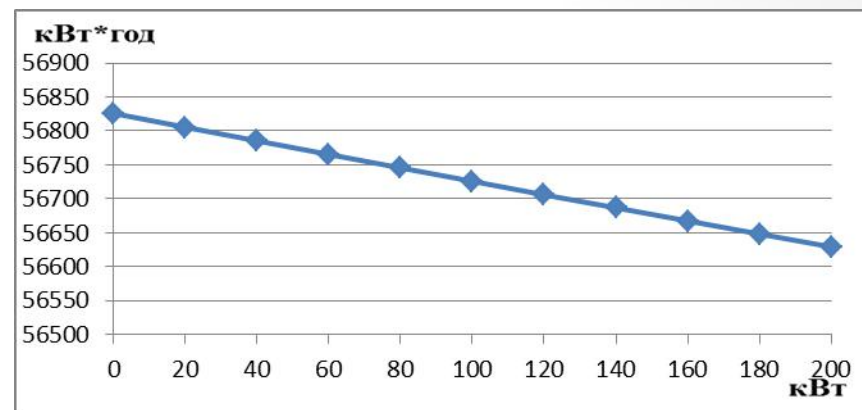


Зміна рівня гармонік напруги в мережі
1 – до впровадження сонячної електростанції; 2 – після впровадження сонячної електростанції

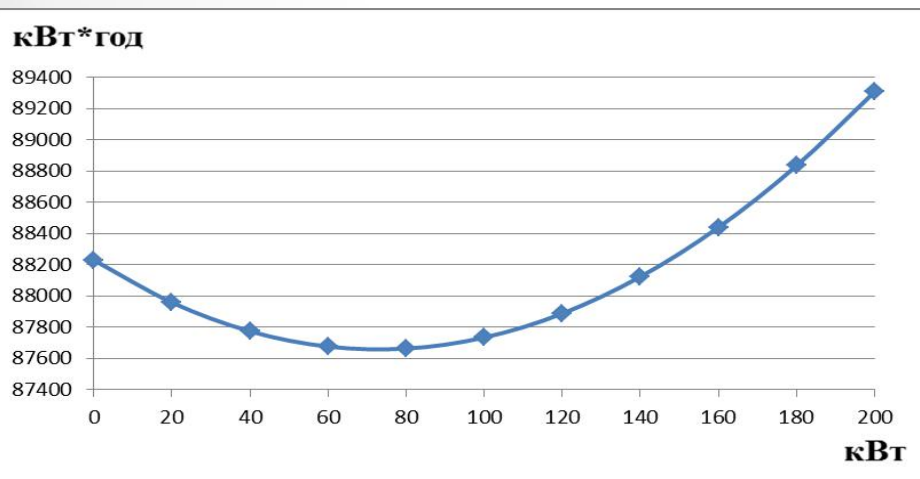
Зміна втрат електроенергії в залежності від середньої потужності генерування СЕС



А



Б

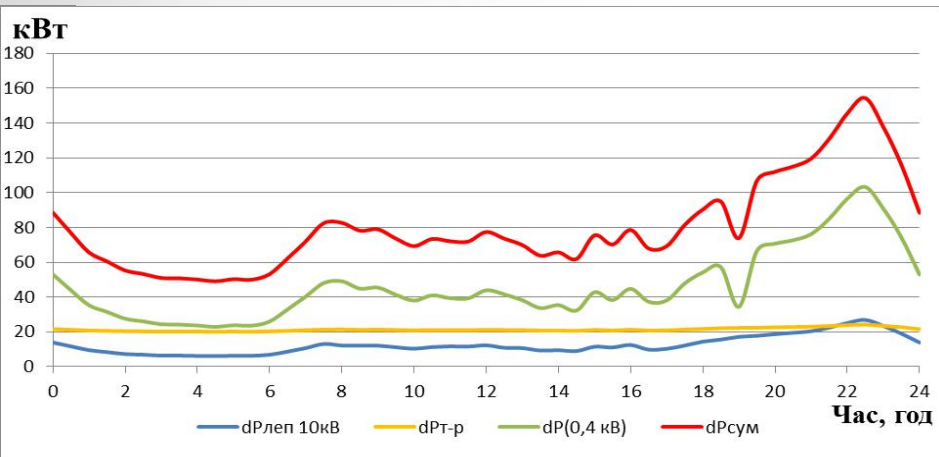


В

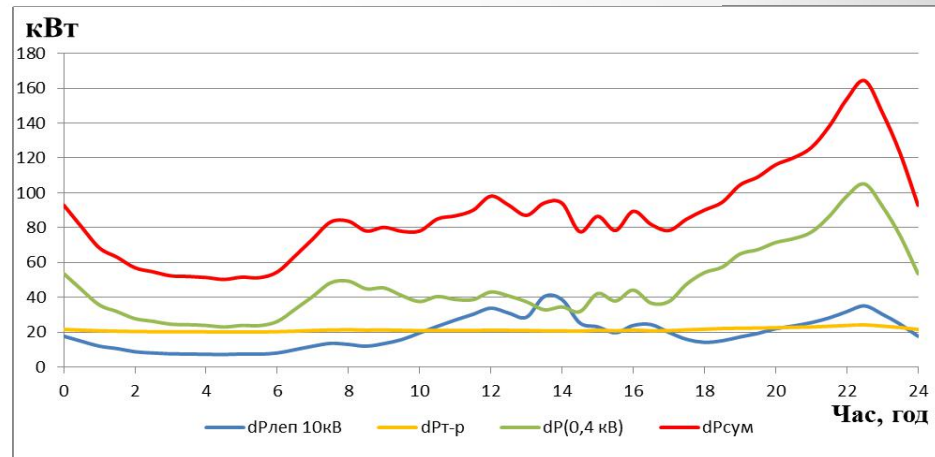
А – в ЛЕП 10 кВ та трансф., Б – в лініях 0,4 кВ, В – сумарні втрати

Втрати в мережі в залежності від погодних умов в якій працюють сонячні електростанції

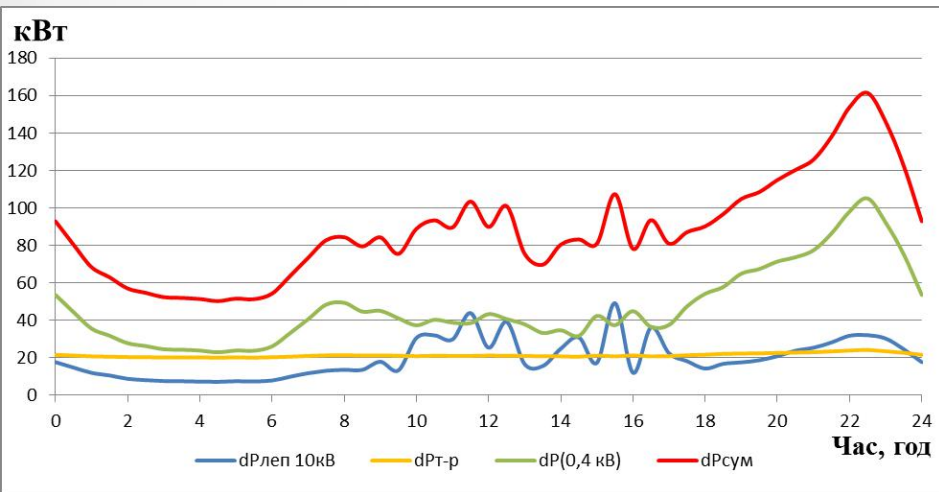
7



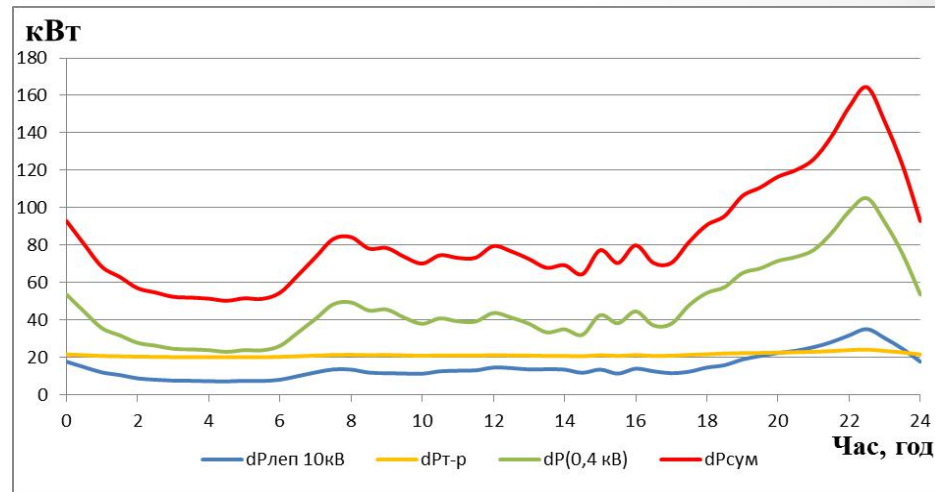
Графік зміни втрат потужності протягом доби (для випадку співпадання форми графіків генерування та навантаження)



Графік зміни втрат потужності протягом доби (для випадку ясної погоди)



Графік зміни втрат потужності протягом доби (для випадку мінливої хмарності)

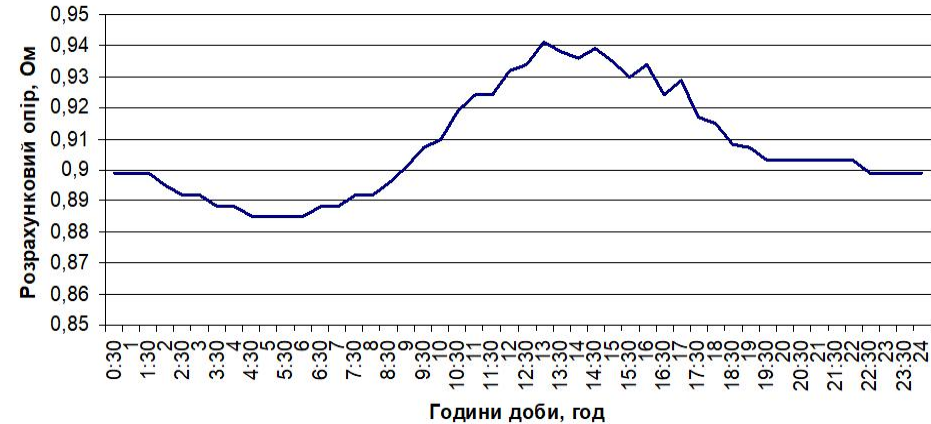
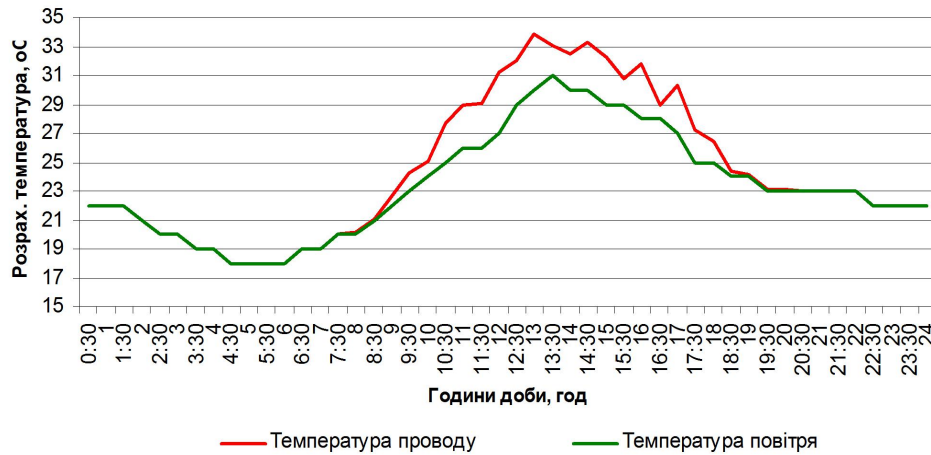


Графік зміни втрат потужності протягом доби (для випадку хмарної погоди)

Результати дослідження впливу збільшення встановленої потужності СЕС

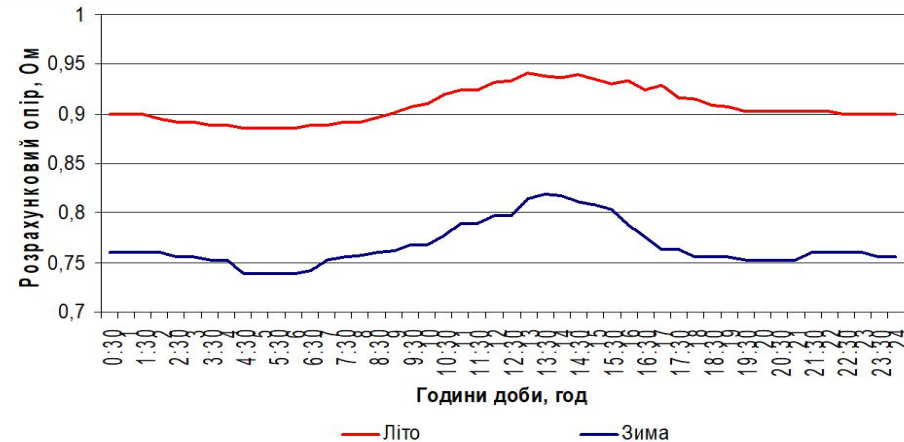
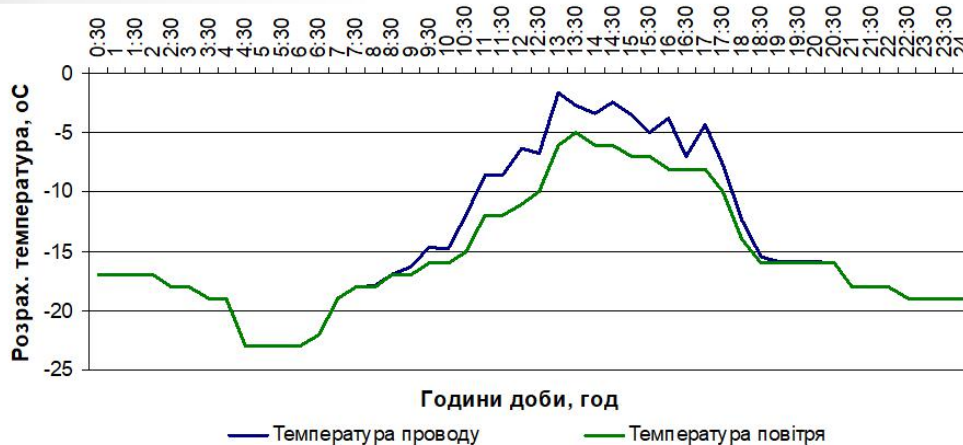
Встановлена потужність, в.о	Втрати в ЛЕП 10 кВ, кВт*год	Сумарні втрати	Мінімальна напруга	Максимальна напруга	Максимальна напруга з регулюванням в центрі живлення
0	12411,1	82580,6	10,27	10,5	10,5
1	11867,2	81709,1	10,32	10,53	10,43
1,5	14520,6	84204,3	10,35	10,6	10,4
2	19019,9	88549,0	10,37	10,67	10,47
2,5	25290,4	94668,4	10,39	10,74	10,49
3	33260,4	102491	10,41	10,8	10,51

Залежність параметрів електричних мереж від температури



Зміна температури проводів ЛЕП, якою СЕС видає електроенергію протягом доби (літо)

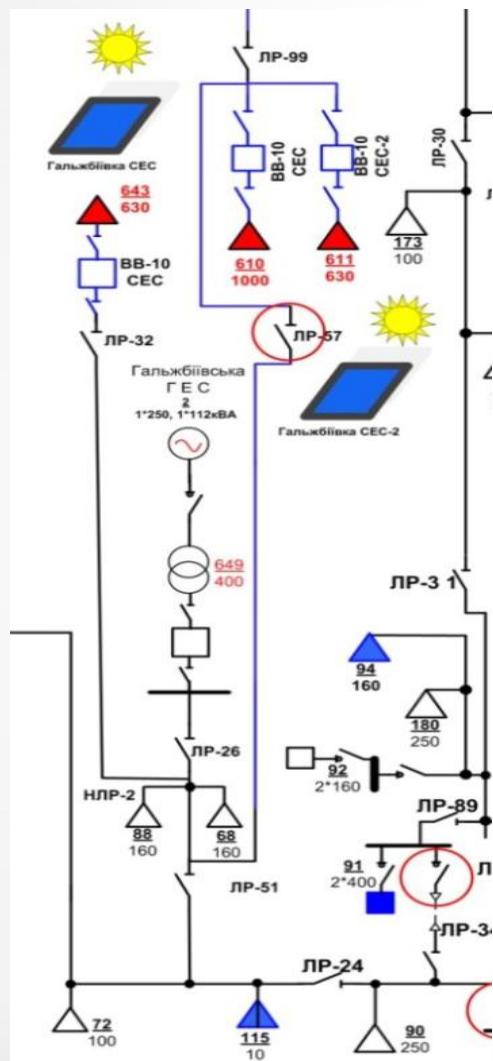
Зміна опору ЛЕП, якою СЕС видає електроенергію протягом доби (літо)



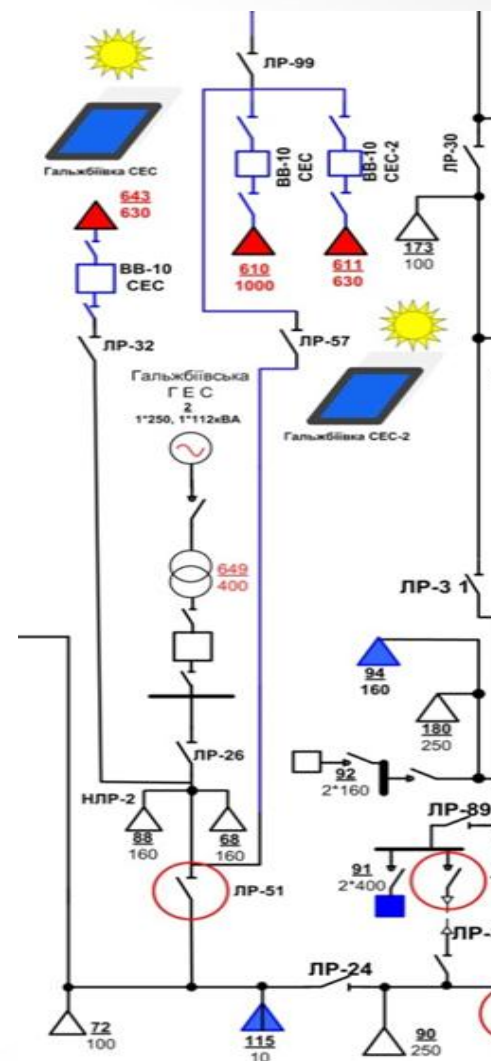
Зміна температури проводів ЛЕП, якою СЕС видає електроенергію протягом доби (зима)

Порівняння опорів ЛЕП, якою СЕС видає електроенергію протягом характерних зимової та літньої доби

Планування та оцінювання ефективності заходів щодо зменшення втрат електроенергії



Оптимізована схема Ямпільських РЕМ



Оптимізована схема Ямпільських РЕМ з врахуванням графіків навантаження

ВИСНОВКИ

Наукова новизна одержаних результатів.

Встановлено залежність оптимальної встановленої потужності сонячної станції від місця її приєднання до електричної мережі з урахуванням факторів, що раніше не враховувалися, зокрема, графіків суміжного навантаження та генерування СЕС, зміни температури проводів повітряних ліній та оптимальності схеми транспортування електроенергії, що дозволяє більш обґрунтовано вибрати схеми приєднання та потужності таких станцій на стадії видачі технічних умов.

Практичне значення одержаних результатів: Практична цінність роботи полягає в тому, що на підставі виконаних досліджень створені умови для вирішення завдання підвищення надійності роботи розподільних електричних мережах з сонячними електростанціями.

В результаті дослідження встановлено, що за збільшення середньої потужності генерування СЕС від 0 до 200 кВт спочатку спостерігали зменшення втрат в мережі, а потім стрімке збільшення.

Погодні умови відіграють важливу роль у режимі роботи розподільної мережі з СЕС, оскільки різні погодні умови по-різному впливають на втрати електроенергії та рівні напруги. Найбільші втрати електроенергії зафіксовані коли сонячна електростанція працює в сонячну погоду, а найменші втрати при хмарній погоді.

Збільшення встановленої потужності СЕС через неспівпадіння графіків генерування та споживання призводить зростання втрат електроенергії. Підвищення рівня напруги з 10 кВ до 20 кВ, суттєво зменшить втрати в електричних мережах і дасть змогу підключати в електричній мережі більш потужні джерела генерування електроенергії.

Показано необхідність розроблення й впровадження сучасної системи моніторингу параметрів електричних мереж та навколишнього середовища. Це створює умови для того, щоб підвищити ефективності керування режимами електричних мереж і забезпечити зменшення технологічних витрат електроенергії в них.

Значення технічних втрат електроенергії в електричній мережі суттєво залежить від повноти вихідної інформації. Наявність інформації про максимум навантаження і коефіцієнти завантаження ТП дозволяє уточнити значення навантажувальних втрат електроенергії і більш обґрунтовано приймати рішення щодо заходів по їх зменшенню. В розрахунках втрат електроенергії в розподільних електричних мережах доцільно використовувати типові графіки навантаження. Врахування в розрахунках втрат типових і характерних графіків навантаження впливає на прийняття рішень під час планування ЗЗВ.

Показано, що різниця значень опорів проводів ЛЕП влітку і взимку може становити більше 20%. Похибка, яка вноситься неврахуванням залежності активного опору елементів електричної мережі від температури, впливає на значення навантажувальних втрат електроенергії та транзитних втрат і, відповідно, на заходи по їх зменшенню.

Урахування та виконання запропонованих заходів з охорони праці дозволяє мінімізувати ризик травматизму та професійного захворювання при виконанні робіт при проектуванні та експлуатації сонячних станцій.