

Вінницький національний технічний університет
Кафедра електричних станцій та систем

**«Електрична частина сонячної електричної станції
потужністю 1,5 МВт»**

Виконав: ст. гр. ЕС-17м
Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСС

О.С. Коренев
Ю.В. Малогулко

Актуальність

Сонячна енергетика - одна з найперспективніших і динамічно розвиваються галузей відновлюваної (нетрадиційної) енергії. Щорічний приріст потужностей, що вводяться в експлуатацію, протягом 2000-2016 років становить близько 50%. Всього за півтора десятка років частка сонячної електрики в світовій енергетиці перевищила позначку в 5%. Удосконалення технології виготовлення фотоелектричних модулів призвело до істотного зниження собівартості сонячної електрики - в більш ніж в 30 країнах вона стала дешевше, ніж одержувана з традиційних джерел.

В Україні, на території анексованого Криму діє найбільша СЕС в Європі. І чому її не експлуатували на повну до окупації півострова – залишається питанням. Так, станом на січень 2012 року, Кримська СЕС «Перово» була найпотужнішою сонячною електростанцією такого типу у світі. До цього моменту перше місце за потужністю займала канадська сонячна електростанція «Sarnia» (97 МВт), друге – італійська Montalto di Castro (84,2 МВт), а третє – німецька Finsterwalde (80,7 МВт).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є дослідження ефективності встановлення сонячних електростанцій та оптимізація їх в електричній мережі.

Основними задачами дослідження є такі:

- проектування сонячної електростанції;
- дослідження впливу проекрованої СЕС на електричну мережу;
- дослідження втрат потужності до і після встановлення сонячної електричної станції.

Об'єкт дослідження – електрична частина сонячної електростанції потужність 1,5 МВт.

Перспективні напрямки освоєння відновлювальних джерел енергії в Україні до 2030 року

Таблиця 1 - Перспективні напрямки та рівні заміщення традиційних паливно-енергетичних ресурсів за рахунок освоєння відновлювальних джерел енергії в Україні до 2030 року.

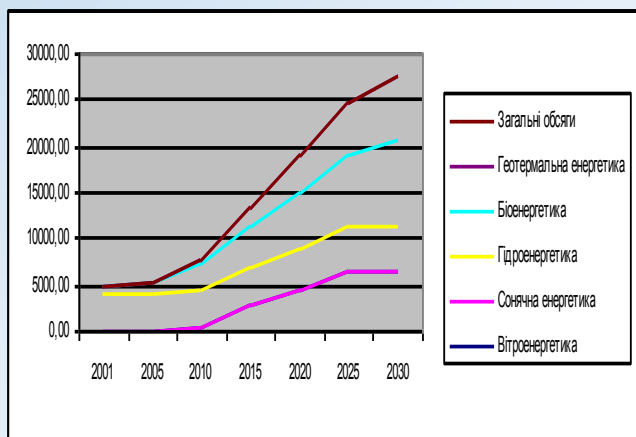


Рисунок 1 - Перспективні напрямки та рівні заміщення традиційних паливно-енергетичних ресурсів в Україні до 2030 року

Напрямки освоєння ВДЕ	Обсяги заміщення ПЕР за рахунок ВДЕ по роках, тис. т умовного палива / рік						
	2001	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Вітроенергетика	14.4	158	591	2751	4289	6378	6378
Сонячна енергетика	2.44	14.6	50.5	145.1	328.0	590.96	927.6
Гідроенергетика	3857	3817	4065	4128	4565	4911	5143
Біоенергетика	988	1267	2662	4474	6318	7880	9215
Геотермальна енергетика	7.5	110	262	1983	3733	5459	7000
Загальні обсяги	4869.34	5366.6	7630.5	13481.1	19233.0	25219	31186

Типи сонячних електростанцій

Усі сонячні електростанції (СЕС) поділяють на декілька типів:

- СЕС баштового типу;
- СЕС тарільчатого типу;
- СЕС з використанням фотобатареї;
- СЕС з використанням параболічних концентраторів;
- комбіновані СЕС;
- аеростатні сонячні електростанції.



Рисунок 2 – СЕС баштового типу



Рисунок 3 – СЕС тарільчатого типу



Рисунок 4 – СЕС на основі фотобатареї

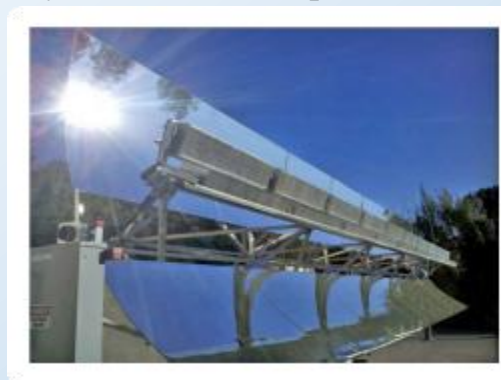


Рисунок 5 – СЕС на основі параболічних концентраторів

Схеми організації сонячних електростанцій

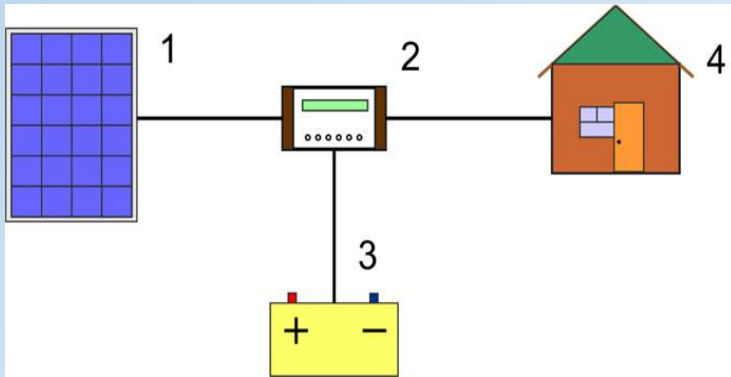


Рисунок 6 - Автономна станція для споживачів постійного струму

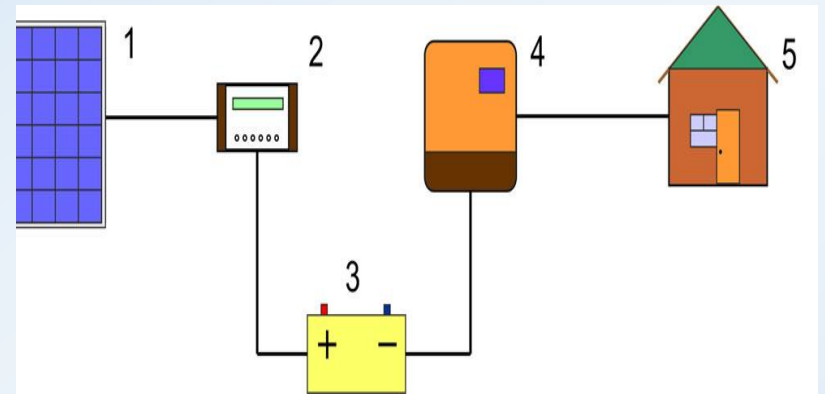


Рисунок 7 - Автономна сонячна електростанція

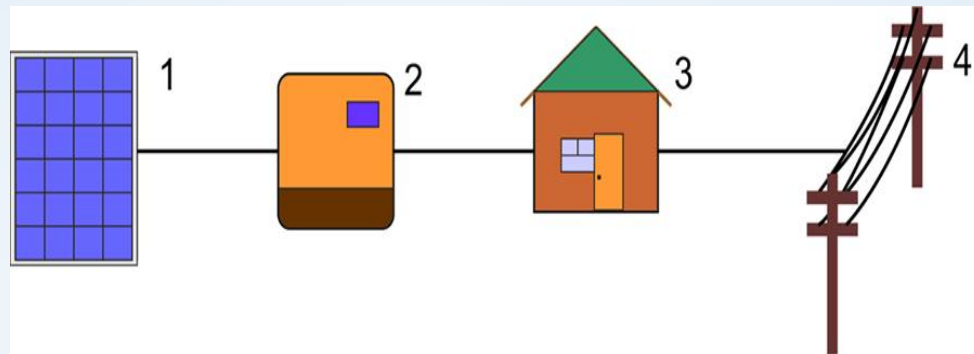


Рисунок 8 - Мережева сонячна електростанція

Будівництво сонячних електричних станцій

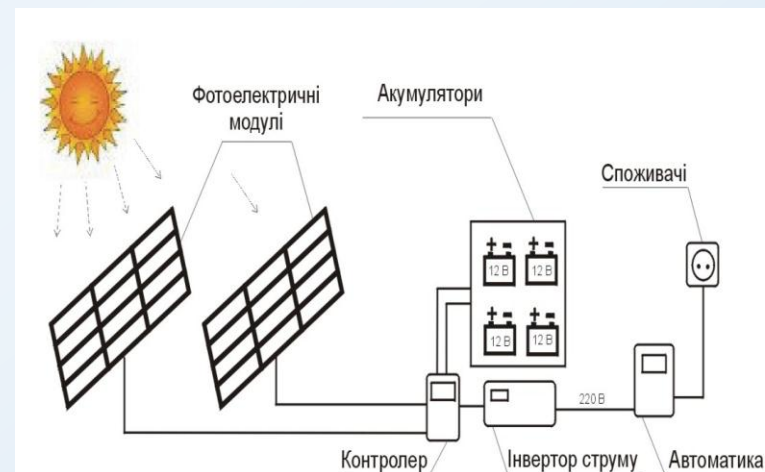
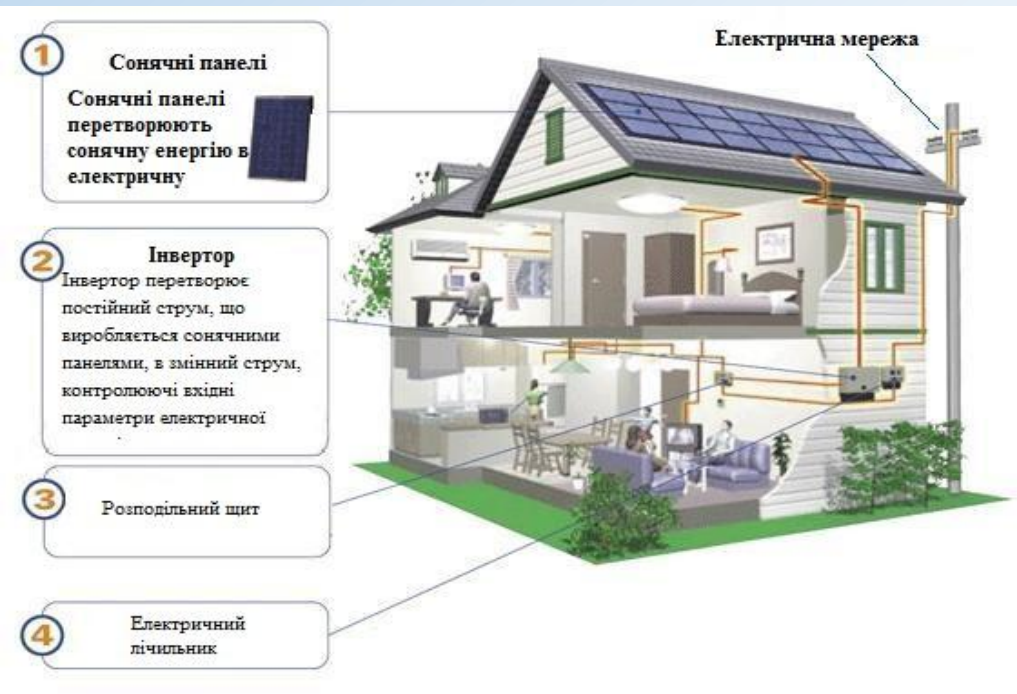


Рисунок 9 – Основне обладнання, яке необхідне для роботи сонячної станції

Рисунок 10 - Схематичний малюнок сонячної електростанції

Алгоритм реалізації проекту сонячної електростанції



Ціни на сонячні батареї різних країн-виробників

Таблиця 2– Характеристики фірми TDC Solar

Тип панелі	Моно/Полікристал
Макс. потужність, Вт	250/300
Ефективність %	15,4
Розміри, мм	1956*992
Вага, кг	25
Країна виробник	Китай
Ціна, \$ за 1 Вт	0,90

Таблиця 3 – Характеристики фірми Jetion Solar

Тип панелі	Монокристал
Макс. потужність, Вт	250
Ефективність %	15
Розміри, мм	1655*992
Вага, кг	22,5
Країна виробник	Німеччина (Збірка - Китай)
Ціна, \$ за 1 Вт	1,25

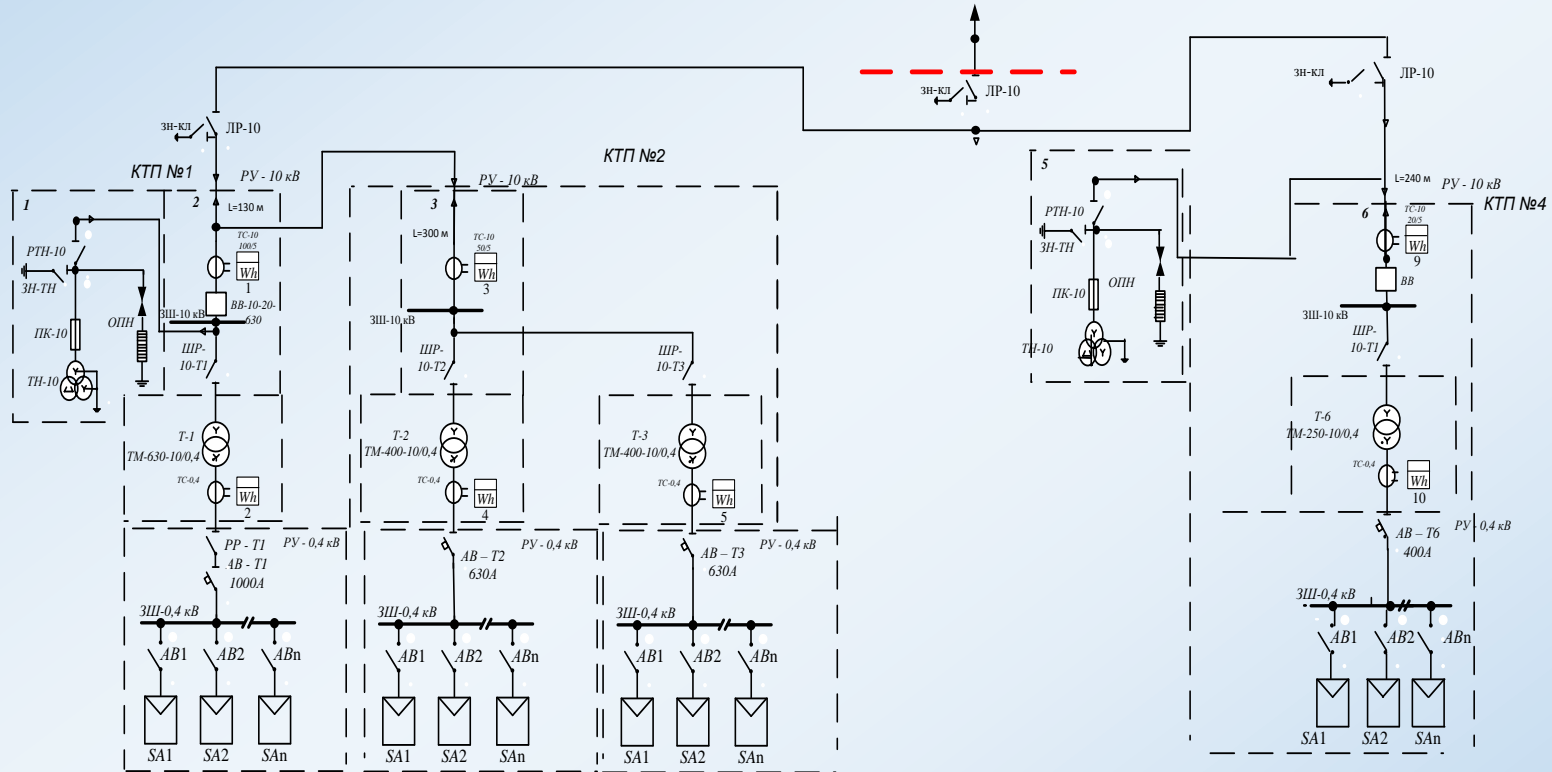
Таблиця 4 – Характеристики фірми Sharp

Тип панелі	Моно/Полікристал
Макс. потужність, Вт	128/240/250
Ефективність %	13,3
Розміри, мм	1652*994
Вага, кг	21
Країна виробник	Англія
Ціна, \$ за 1Вт	1,25

Таблиця 5– Характеристики фірми Kuosega

Тип панелі	Полікристал
Макс. потужність, Вт	240
Ефективність %	16
Розміри, мм	1662*990
Вага, кг	21
Країна виробник	Чехія
Ціна, \$ за 1 Вт	1,25

Схема електричних з'єднань Яришівської СЕС



Сумарний прибуток від експлуатації сонячної станції

Для розрахунку сумарного прибутку від експлуатації Яришівської СЕС використано тарифи на виробництво електроенергії відповідно до постанови НКРЕ № 1678 від 29.09.2016 «Про встановлення «зелених» тарифів на електричну енергію для приватних домогосподарств».

Числове значення сумарного прибутку від експлуатації сонячної станції за добу приєднаної на паралельну роботу у Томашпільських ЕМ можна записати таким чином:

$$\Pi^{ВДЕ} = \sum_{j=1}^n [c_j \cdot P_j^{ВДЕ} \cdot k_{\sigma_j} \cdot T] = 404 / 100 \cdot 1500 \cdot 0,8 \cdot 24 = 116352 \text{ (грн)}.$$

Таблиця 6 – «Зелені» тарифи на електричну енергію, вироблену суб'єктами господарювання на об'єктах електроенергетики, що використовують альтернативні джерела енергії

№ з/п	Енергогенеруючі компанії Яришівської СЕС	«Зелені» тарифи без ПДВ, коп/кВт·год
1	2	3
1	Яришівська СЕС	4,04

Техніко-економічний розрахунок

Таблиця 7 – Розрахунок капіталовкладень в будівництво сонячної електростанції

Назва обладнання	Кількість	Сумарна вартість (грн)
Полікристалічні сонячні панелі YINGLI SOLAR YL 235 P-29b	6600	46200000
Інвертори мережеві On-grid SMA ST17000TL	87	1947060
КТП 0,4/10 - 630 кВА	1	63800
КТП 0,4/10 - 400 кВА	3	175230
Комплект металоконструкцій для наземного монтажу сонячних панелей	171	130000
Інше		120000
Всього		48636090

Таблиця 8 – Розрахунок щорічних витрат на експлуатацію електричних мереж

Назва обладнання	Норма витрат %	Витрати, грн./рік
Полікристалічні сонячні панелі YINGLI SOLAR YL 235 P-29b	2,4	1108800
Інвертори мережеві On-grid SMA ST17000TL	2,4	46729,44
КТП 0,4/10 - 630 кВА	1,4	893,2
КТП 0,4/10 - 400 кВА	1,4	2453,22
Комплект металоконструкцій для наземного монтажу сонячних панелей	2,4	3120
Інше	1,2	1440
Всього		1163435,86

Техніко-економічний розрахунок

Таблиця 9 – Розрахунок щорічних витрат на покриття втрат електричної енергії

Показник	Витрати
Сумарні втрати потужності в режимі максимальних навантажень, кВт	54,2
Втрати електричної енергії, кВт·год/рік	45559968
Тариф на покриття втрат, коп/кВт·год	179,78
Витати на покриття втрат, тис. грн/рік	45792,98

Таблиця 10 – Розрахунок сумарних зведених дисконтованих витрат

Показник	Витрати
Капіталовкладення, тис. грн	48636090
Витати на експлуатацію, тис. грн/рік	1163435,86
Витрати на покриття втрат е/е, тис. грн/рік	45792,98
Сумарні щорічні витрати, тис. грн/рік	49881433,57
Сумарні дисконтовані витрати, тис. грн.	60728378,4

Щорічне збільшення кількості СЕС призводить до загострення технічних проблем з організації їх паралельної роботи в енергосистемі – забезпечення стійкості роботи, якості електроенергії, організації диспетчерського керування, у тому числі контролю відокремлення СЕС від енергосистеми, синхронізації їх з енергосистемою, то постає задача розробки єдиного стандарту підключення, який буде враховувати під'єднання на паралельну роботу СЕС в Україні з урахуванням стратегії розвитку електричних мереж та перспектив впровадження технологій концепції Smart Grid у національну електричну мережу. Важливим в досягненні ефективного використання СЕС є правильний вибір конфігурації схем під'єднання в електричній мережі. Оптимізація схеми приєднання відновлюваних джерел електроенергії до електричної мережі зі співмірною сукупною потужністю навантаження повинна здійснюватися за результатами аналізу додаткових втрат потужності від генерування СЕС, приєднаних на паралельну роботу у ЕМ.

В результаті виконання проектування Яришівської СЕС та приєднання її до Томашпільської розподільної електричної мережі визначено, що оптимальним є приєднання до фідера №135 Яришівської підстанції. Збільшення встановленої потужності призводить до збільшення втрат потужності та погіршення якості напруги, що суперечить умовам видачі електроенергії.

Доповідь завершено.

Дякую за увагу!