

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

(повна назва кафедри)

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОРГОВЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ МІСТА ВІННИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕСЕ-22м

Спеціальність 141»Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва)

Найдюк А.М

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

Актуальність теми. Торгові центри зазвичай працюють цілий рік, включаючи свята та неділю. У результаті, якщо торговий центр обладнаний сонячними панелями, попит на вироблену енергію буде завжди, і її можна буде спожити негайно. Іншими словами, немає днів простою, коли генерація повинна експортуватися в мережу за ціною, нижчою від роздрібною ціни електроенергії.

Торговельні центри, як правило, мають велику площу даху відносно внутрішнього простору, що означає, що є достатня площа для розміщення великих масивів сонячних панелей. У результаті торговий центр, ймовірно, задовольнить або перевищить повну потребу в енергії, якщо весь дах буде покритий сонячними панелями.

Ще одна перевага використання сонячної енергії в торгових центрах полягає в тому, що комерційні площі стають більш привабливими для потенційних орендарів. Вартість самостійної генерації за допомогою сонячних панелей тепер нижча, ніж закупівля електроенергії з електромережі, а це означає, що середня ціна електроенергії, пропонована орендарям, може бути нижчою, ніж якби вся енергія отримувалася з мережі. По суті, керуюча компанія, яка відповідає за торговельний центр, ділиться частиною енергозбереження з орендарями, стаючи більш привабливим варіантом для тих, хто хоче орендувати комерційне приміщення.



Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розробка рішень для дахової сонячної електростанції на торговельному центрі м. Вінниці.

Для реалізації поставленої мети роботи потрібно **вирішити наступні задачі:**

- Виконати аналіз сучасних типів сонячних панелей.
- Виконати аналіз сучасного інверторного обладнання.
- Оцінити можливості торговельного центру та підібрати потрібну потужність, яку можна розмістити панелями на даху торговельного центру.
- Провести вибір основного обладнання для дахової СЕС.
- Оцінити продуктивність та окупність проекрованої СЕС.

Об'єкт дослідження магістерської кваліфікаційної роботи - Торговий центр Караван розташований на вул. Тиврівське шосе в селі Лука-Мелешківська, Вінницького району.

Предмет досліджень. Предметом роботи є розробка проектних рішень для дахової сонячної електростанції для торговельного центру м.Вінниця.

Наукова новизна одержаних результатів. Запропоноване рішення на даху торговельного центру розмістити сонячну електростанцію, потужністю 88 кВт, яка буде слугувати для компенсації власного споживання.

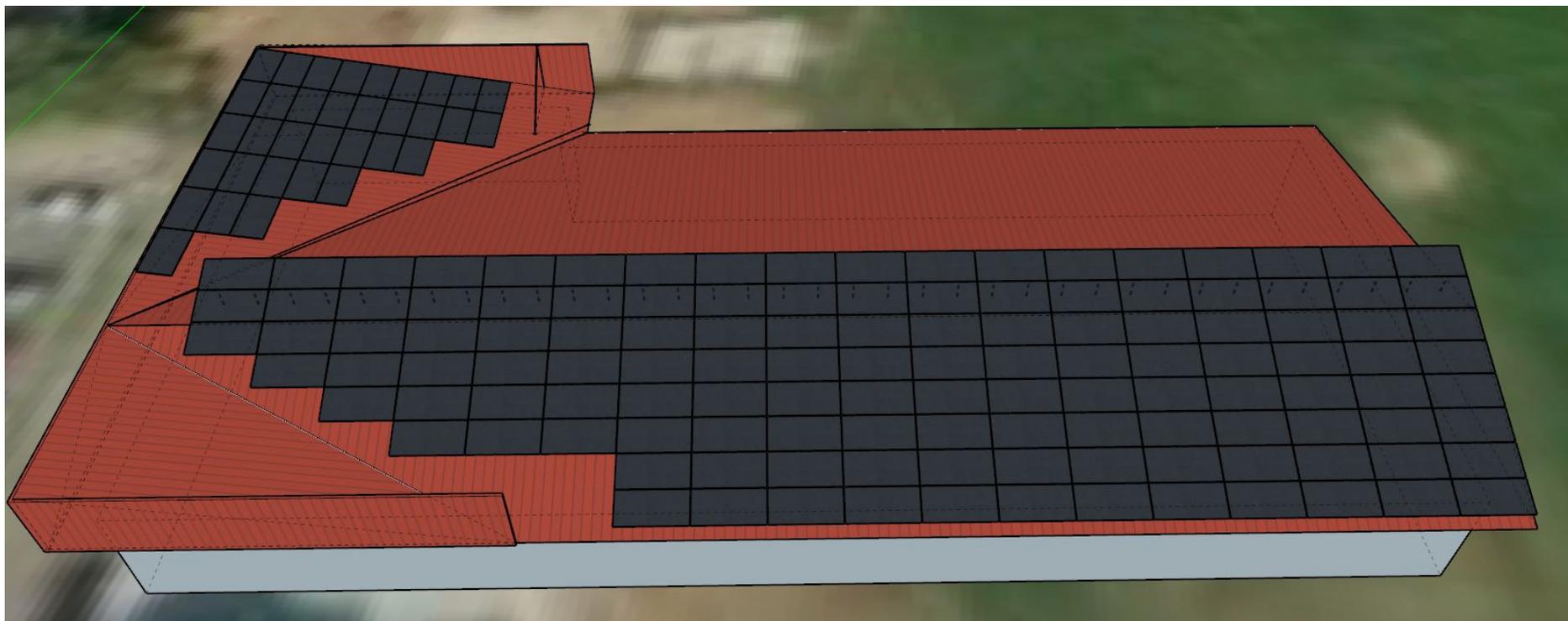
Методи дослідження

В якості програмних засобів автоматизації використано наступні засоби: електронний процесор MS Excel, систему автоматизованого комп'ютерного креслення Autodesk AutoCAD 2022 та текстовий процесор MSWord, математичний САПР MathCad, програма для моделювання тривимірних об'єктів SketchUp, додаток для прогнозування генерації електроенергії PVGIS.

Практичне значення одержаних результатів. В результаті розрахунків отримано результати вибору обладнання для дахової сонячної електростанції, завдяки яким можливе комплексне підвищення надійності і економічності системи і дозволить підвищити енергетичну а також функціональну ефективність.

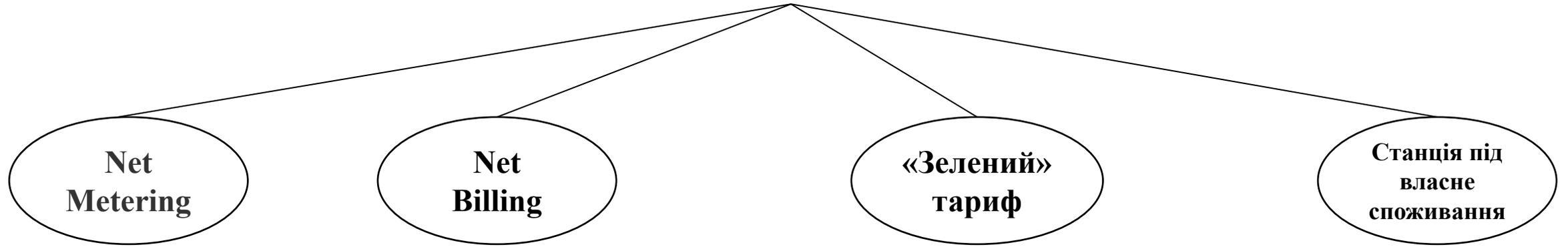
Завдяки запровадженню розроблених алгоритмів забезпечується висока якість подальшого використання та обслуговування дахової СЕС.

Апробація для результатів кваліфікаційної магістерської роботи. Найбільшими вагомими положеннями, а також практичні результати проведеного дослідження було наведено в тезах доповіді на [науковій-технічній конференції факультету електроенергетики та електромеханіки \(2021\)](#).



Тривимірна модель ТЦ з максимальною кількістю панелей, яка може бути розташована на даху

МЕХАНІЗМИ СТИМУЛЮВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ З ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ В УКРАЇНІ У 2023 РОЦІ



Net Metering . Чистий облік електроенергії – це механізм, що дає змогу власникам об’єктів відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) зберігати надлишки виробленої електроенергії в єдиній енергетичній мережі України, щоб використати їх за потреби. Найважливішим критерієм прийняття рішення про впровадження Net Metering є розрахунок сценарію, заснований на реалістичних припущеннях про фінансові збитки та вигоди, які він принесе.

Навіть якщо електроенергія продається за субсидованим тарифом або рахунки за електроенергію не оплачуються окремими групами споживачів (наприклад, державними установами), чистий облік принесе переваги, зменшуючи поточні втрати.

Net Billing. Це різновид мережевого обліку, який працює за схожими принципами. Різниця полягає в тому, що надлишок електроенергії, який повертається в мережу, зараховується не в кВт-год, а в гривнях відповідно до ціни електроенергії на момент її повернення. Кошти зараховуються на спеціальний рахунок споживача і можуть бути використані для оплати майбутньої електроенергії, спожитої з мережі.

«Зелений» тариф для суб’єктів господарювання, які виробляють електричну енергію з сонячної та вітряної енергії. «Зелений» тариф - це спеціальний збір за купівлю електричної енергії, виробленої з альтернативних джерел енергії, у тому числі на прийнятих в експлуатацію електростанціях.

Станція під власне споживання. СЕС забезпечує власне споживання електроенергії об’єкту, поки світить сонце. Якщо "сонячної енергії" не вистачає, різниця автоматично береться із загальної мережі.

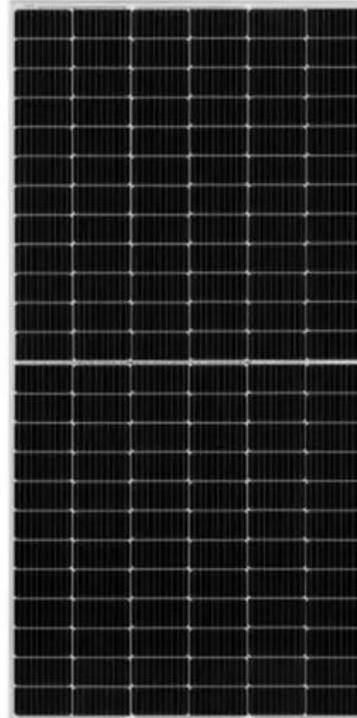
ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

1. Вибір фотоелектричних модулів (ФЕМ).

У великому світі сонячного енергетичного обладнання, який постійно розвивається, не існує офіційної системи рівнів для [типів сонячних панелей](#). Незважаючи на це, Tier 1 є загальним терміном, який використовується для визначення продуктів найвищої якості, які зараз доступні споживачам.

Щоб вважатися виробником сонячних панелей Tier 1, виробник повинен підтвердити високу «банківську спроможність», тобто компанія та її продукти повинні пройти перевірку якості та довговічності, щоб завоювати довіру як споживачів, так і фінансистів.

Отже, хоча сонячні панелі Tier 1 за визначенням не є [найефективнішими сонячними панелями](#), вони зазвичай вважаються найякіснішими та найнадійнішими завдяки репутації постачальника. Сьогодні очікується, що сонячні панелі Tier 1 прослужать 25 років і більше, враховуючи їх високоякісні, стійкі до погодних умов матеріали та конструкцію. Представник рейтингу Tier 1 «Bloomberg New Energy Finance Note», що є в наявності на українському ринку в 2023 році, має власне виробництво та міжнародні сертифікати якості перші місця займають компанії «LONGi», «Jinko», «Ja Solar», «Trina».



Було обрано PV модуль JA Solar JAM72S30-545/MR
545 Wp, Mono

Характеристика	JAM72S30-545/MR 545 <u>Wp, Mono</u>
Максимальна потужність, Вт	545
Напруга холостого ходу, В	49,75
Струм короткого замикання, <u>Isc</u> , А	13,93
Напруга MPP, В	41,8
Струм MPP, А	13,04
Ефективність модуля, %	21,1
Допустиме відхилення потужності, Вт	5
Максимальна напруга системи, В	-0,45%/°C
Максимальний струм запобіжників, А	-0,275%/°C
Температурний <u>коэф.</u> Pmax	-0,350%/°C

ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

2. Вибір інвертора.

Ефективність інвертора залежить від потужності, яку він отримує від сонячних панелей і перетворює на придатну для використання потужність змінного струму. Ефективний інвертор зменшує втрати енергії, які зазвичай трапляються під час отримання постійного струму від сонячних панелей.

Також необхідно перевірити та переконатися, що інвертор може протистояти агресивним явищам навколишнього середовища чи ні. Бажано забезпечити використання інвертора мінімум IP65.

Вхідна напруга постійного струму - це діапазон напруги, який інвертор приймає від фотоелектричної системи. Місцеві кліматичні дані та температурні коефіцієнти визначатимуть максимальну та мінімальну очікувану напругу.

Було обрано інвертор типу SUN 2000-50KTL-M3 компанії HUAWEI



Опис	Значення
Номінальна активна потужність АС	50 000 Вт
Макс. повна потужність АС	55 000 ВА
Максимальна вхідна напруга	1100 В
Діапазон напруги МРРТ	200-1000 В
Максимальна ефективність	98,5%
Макс. струм на кожен МРРТ	30 А (на МРРТ) / 20 А (на один вхід)
Макс. струм КЗ на кожен МРРТ	40 А
Макс. кількість вводів	8
Кількість МРР трекерів	4
Номінальна вихідна напруга	400 В / 480 В, 3W+(N) + PE
Номінальна частота АС	50 Гц / 60 Гц
Номінальний вихідний струм	72.2 А
Діапазон коефіцієнту потужності	0.8 LG ... 0.8 LD
Макс. коефіцієнт нелінійних спотворень	<3%
ПЗП по стороні DC	Тип II
ПЗП по стороні АС	Тип II
Індикація	LED індикатори, Bluetooth + FusionSolar APP
Розмір (Д x В x Ш)	640 x 530 x 270 мм
Робочий діапазон температур	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Тип охолодження	Природна конвекція
Ступінь захисту	IP 66

ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

3. Вибір захисних апаратів

Було проведено вибір захисних комутаційних апаратів для змінного струму, а саме автоматичного вимикача та обмежувача перенапруг.

При виборі автоматичного вимикача керувалися вимогами щодо виконання наступних пунктів:

1. номінальна напруга;
2. кількість полюсів;
3. номінальний струм навантаження;
4. координація струму автоматичного вимикача та тривало допустимого струму кабелю;
5. виконання захисту від перевантажень та забезпечення його чутливості;
6. стійкість до ударного струму КЗ;
7. виконання захисту від КЗ та забезпечення його чутливості;

Було обрано автоматичний вимикач ЕТІВБРЕАК ЕВ2 125/3Л 100А 3р та обмежувач від перенапруг ЕТІТЕС С Т2 275/20 4+0 тип С



Опис	Значення
Артикул	004671025
Назва	ЕТІВБРЕАК ЕВ2 125/3Л 100А 3р
<u>Відключаюча здатність (кА)</u>	25/19
Номінальний струм (А)	100
Типорозмір	125
Тепловий/електромагнітний захист	0,63-1/ 6-12
Кількість полюсів	3

Найменування параметра	Значення параметра
Назва	ЕТІТЕС С Т2 275/20 4+0
Тип	T2
<u>Максимальний струм розряду Imax (8/20), кА</u>	40
Напруга тривалої роботи, В	275
Тип мережі	TNS
<u>In (8/20), кА</u>	20
Кількість полюсів	4

Економічна частина

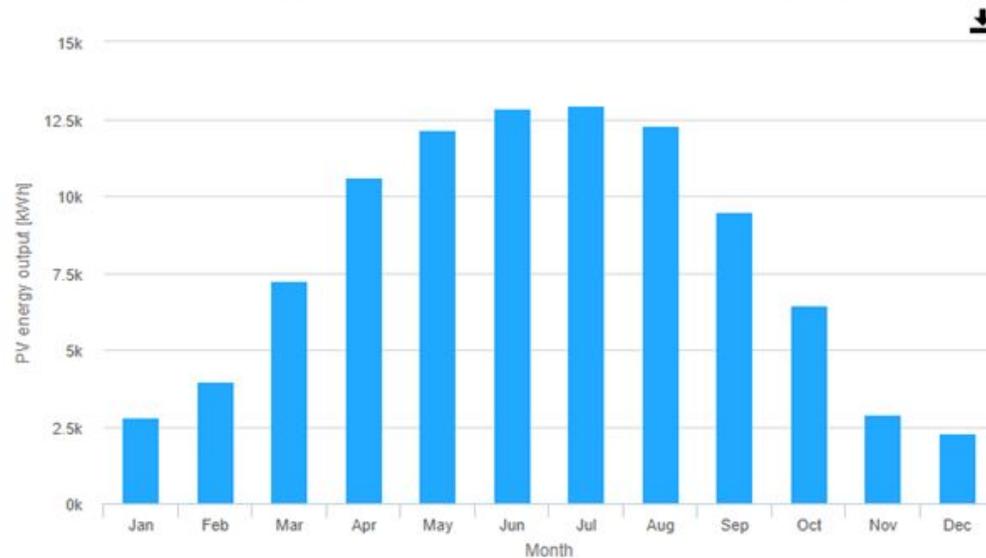
Було визначено термін окупності для покриття лише внутрішніх потреб торгового центру. Для цього було спрогнозовано генерацію електроенергії торговим центром за рік за допомогою додатка PVGIS.

За результатами розрахунків термін окупності сонячної електростанції склав 2,82 років.

$$T_{ок} = \frac{K + B}{E}$$

$$T_{ок} = \frac{1840200 + 15855}{657764} = 2,82$$

Щомісячний вихід енергії від фотоелектричної системи з фіксованим кутом



Резюме

Надані вхідні дані :

Розташування [широта/довгота] :	49.347,28.440
Горизонт :	Розраховано
Використана база даних :	ПВГІС-SARA2
PV технологія :	Кристалічний кремній
PV встановлений [kWp]:	88
Системні втрати [%]:	14

Результати моделювання :

Кут нахилу [°]:	20
Азимутальний кут [°]:	0
Річне виробництво фотоелектричної енергії [кВт·год]:	96024,72
Річне опромінення в літаку [кВт·год/м ²]:	1372,89
Річна мінливість [кВт·год]:	3891,84
Зміни у випуску через :	
Кут падіння [%]:	-3,2
Спектральні ефекти [%]:	1,38
Температура та низька освітленість [%]:	-5,83
Загальні втрати [%]:	-20,52

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі випускної дипломної роботи розглянуті заходи з підвищення ефективності електропостачання торговельних центрів міста Вінниці з використанням сонячної генерації. Під час виконання робіт з монтажу та обслуговування електрообладнання сонячних електростанцій передбачається створення належного температурного режиму, який забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні норми праці і виробництва продовольчих товарів.

У цьому розділі були досліджені такі питання як технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць, електробезпека, мікроклімат, склад повітря робочої зони, виробниче освітлення, виробничий шум, виробничі вібрації, безпеки в надзвичайних ситуаціях для працівників в цілому та для об'єкта проектування під час його експлуатації.

Висновки

Під час написання магістерської кваліфікаційної роботи на тему: «Підвищення ефективності електропостачання торговельних комплексів міста Вінниці з використанням сонячної електростанції», в якій було розроблено електричну частину фотоелектричної станції, а також розглянуто наступну інформацію: У вступній частині було розглянуто особливості об'єкта проектування, його специфіку та проведено аналіз наявних електричних потужностей торгового центру.

У другому розділі проаналізовано механізми стимулювання виробництва електроенергії з відновлювальних джерел в Україні у 2023 році, та можливість їх впровадження на об'єкті дослідження.

У третьому виконано вибір основного обладнання для дахової сонячної електростанції: аналіз та вибір типу та параметрів фотоелектричних модулів (ФЕМ) для встановлення на даху, вибір кількості та параметрів інверторторів для покриття встановленої потужності фотоелектричної станції, вибір системи кріплення, вибір кабельних мереж, проведено вибір автоматичного вимикача для захисту від короткого замикання та перенавантаження.

Економічну частину розглянуто у четвертому розділі, а саме визначення терміну окупності для варіанту покриття лише внутрішніх потреб та проведено прогнозування генерації електроенергії станцією за рік. Висновком було отримано термін окупності електростанції.

У розділі охорони праці знайдено технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту, опрацьовано електробезпеку на даному об'єкті, а також розглянуті заходи з обслуговування фотогальванічної електростанції.

Дякую за увагу!!!