

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форми навчання  
Кафедра електроенергетики

Проект допущено до захисту  
Зав. кафедрою електроенергетики  
\_\_\_\_\_ І.Л. Лебединський  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 р.

## **МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему

**«Проект системи електропостачання дошкільного закладу з  
використанням сонячної станції»**

Спеціальність 8.141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконала студентка гр. ЕТмз-91с \_\_\_\_\_ В.С. Коротя

Керівник \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент В.В. Волохін

Консультант

з економічної частини \_\_\_\_\_ к.е.н, доцент, О.М. Маценко

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ ст.викл. М.А. Никифоров

## РЕФЕРАТ

с. 83, рис. 30, табл. 18, кресл. 2, джерел 22.

**Бібліографічний опис:** Коротя В.С. Проект системи електропостачання дошкільного закладу з використанням сонячної станції [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра; спец.: 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / В.С. Коротя; наук. керівник В.В. Волохін. – Суми: СумДУ, 2020. – 83 с.

**Ключові слова:** система електропостачання, розрахункові навантаження, сонячна електростанція, система електроосвітлення;

система електропостачання, расчетные нагрузки, солнечная электростанция, система электроосвещения;

power supply system, design loads, solar power plant, electric lighting system.

**Короткий огляд** – Проектом розроблено систему електропостачання дошкільного закладу на основі сонячної електростанції. В роботі проведено: розрахунок навантажень всіх споживачів, поперечного перерізу кабелю, вибір марки кабелю, вибір комутаційної та захисної апаратури. Здійснено вибір обладнання для енергозабезпечення об'єкту, що підлягає проектуванню з метою генерування електроенергії в загальну електромережу.

Проведено техніко-економічний розрахунок, де розглянуто економічну вигоду та окупність сонячної електростанції. Також розглянуто питання охорони праці під час робіт на висоті та проведено розрахунок освітлення досліджуваного об'єкта.

**Сумський державний університет**  
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форми навчання  
Кафедра електроенергетики  
Спеціальність 8.141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедрою електроенергетики  
\_\_\_\_\_ І.Л. Лебединський  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську роботу студента**  
Короті Владислави Сергіївни

1. Тема дипломного проекту «Проект системи електропостачання дошкільного закладу з використанням сонячної станції»  
затверджено наказом по університету № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_
2. Термін здачі студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_ 2020 р.
3. Вихідні дані до роботи: Вихідними даними для проектування системи електропостачання та електроосвітлення є генеральний план приміщень з зазначенням місць розташування основних електроприймачів (світильників, розеток); перелік електроприймачів з указуванням їхньої потужності та кількості.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити)
  - Вступ;
  - Науково-дослідна частина;
  - Розрахункова частина проекту;
  - Техніко-економічний аналіз сонячної станції;
  - Охорона праці;
  - Висновки;
  - Список використаної літератури.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним позначенням обов'язкових креслень)
  - Схема розташування мереж освітлення 1-го поверху;
  - Схема розташування мереж освітлення 2-го поверху;
  - Схема розташування силових мереж 1-го поверху;
  - Схема розташування силових мереж 2-го поверху.

6. Консультанти:

Розділ	Керівник	Завдання видав	Завдання прийняв
Економіка і організація роботи підприємства	Маценко О.М.		

Консультанти проекту:

Маценко О.М. \_\_\_\_\_  
(підпис)

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник проекту Волохін В.В. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання Коротя В.С. \_\_\_\_\_  
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи дипломного проекту	Термін виконання етапів роботи
1	Характеристика об'єкта	12.10.2020
2	Науково-дослідна частина	29.10.2020
3	Визначення розрахункових навантажень	08.11.2020
4	Розрахунок проектно-технічних характеристик сонячної електростанції	15.11.2020
5	Техніко-економічний аналіз сонячної станції	20.11.2020
6	Охорона праці та розрахунок освітлення	28.11.2020
7	Виконання креслень	05.12.2020
8	Оформлення пояснювальної записки	11.12.2020

Студент-дипломник Коротя В.С. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник проекту Волохін В.В. \_\_\_\_\_  
(підпис)

## Умовні позначення

ЕЕ – електроенергія

АВ – автоматичний вимикач

ВРП – ввідний розподільчий пристрій

ДБН – державні будівельні норми

СОУ – стандарт організації України

ГОСТ – державний стандарт

ЕП – електричні пристрої

ККД – коефіцієнт корисної дії

КТП – комплектна трансформаторна підстанція

ПВХ – полівінілхлорид

ПЗВ – пристрій захисного відключення

ПУЕ – правила улаштування електроустановок

СБ – сонячна батарея

СЕ – сонячна енергетика

СЕС – сонячна електрична станція

ФЕП – фотоелектричні перетворювачі

ЩО – щит освітлення

ЩС-ТП – щит силовий теплопункту

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1. Науково-дослідна частина. Аналіз та вибір геометричних параметрів конструкції сонячної станції.....	11
1.1. Види монтажних конструкцій сонячних панелей.....	11
1.2. Розрахунок кутів розташування сонячних панелей .....	14
2. Розрахункова частина .....	23
2.1. Загальна характеристика об'єкта.....	23
2.2. Визначення рохрахункових навантажень. ....	24
2.3. Вибір та перевірка силових кабелів.....	29
2.4. Рохрахунок потужності соячної станції.....	36
2.5. Аналіз роботи та вибір обладнання сонячної станції .....	42
3. Оцінка вартості та строк окупності сонячної станції .....	56
3.1. Поняття та види сонячної станції дошкільного закладу .....	56
3.2. Економічна вигода та окупність сонячної електростанції .....	65
3.3. Розрахунок окупності.....	68
4. Охорона праці .....	71
4.1. Види інструктажів і порядок їх проведення .....	71
4.2. Вимоги безпеки під час виконання робіт на висоті.....	73
4.3. Розрахунок електроосвітлення.....	76
Висновки.....	79
Додаток А .....	80
Додаток Б .....	81
Список використаних джерел.....	83

<i>MP 5.8.141.355 ПЗ</i>				
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Коротя</i>			
<i>Перевірив</i>	<i>Волохін</i>			
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>	<i>Никифоров</i>			
<i>Затвердив</i>	<i>Лебединський</i>			
<i>Проект системи електропостачання дошкільного закладу з використанням сонячної станції</i>				
		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
			<i>6</i>	<i>83</i>
<i>СумДУ, ЕТмз-91с</i>				



батареї на території України протягом року різна і прямо залежить від регіону. Так на півдні України це період більш тривалий – з квітня по жовтень, на півночі України – з травня по вересень. Середній показник сонячної інсоляції на півдні становить 1900-2400 годин на рік, на півночі 1070 – 1400 годин на рік.

У таблиці 1 приведені значення сонячної інсоляції по областях України в розрізі місяців.

Як видно з таблиці для кожного регіону України існують свої показники продуктивності роботи встановленого обладнання. Україна тільки стає на шлях повсюдного використання сонячних батарей для отримання електроенергії.

Сонячна електростанція складається з ряду функціональних частин, якими є фотогальванічні елементи, акумулятори, інвертори та контролери заряду. У той же час одним з ключових ланок всієї системи є саме акумуляторна батарея, тому що найчастіше вона має найбільший низький термін експлуатації. Ця батарея швидше, ніж інші компоненти, приходить в непридатність, а також вельми вимоглива до умов експлуатації. Для забезпечення безперебійної роботи акумуляторів, спільно з іншими компонентами, крім забезпечення необхідних експлуатаційних умов необхідно також забезпечити оптимальний режим його заряду і розряду.

Також важливим завданням є забезпечення необхідної якості електроенергії. Низька якість електроенергії приводить, крім інших небажаних явищ, до збільшення втрат електроенергії як в електроприймачах, так і в мережі. Важливе значення має вимір показників якості електроенергії. За останні десятиліття досягнуті значні успіхи не тільки в мікроелектроніці, але й в електроапаратобудуванні, у розробці нових електричних і конструкційних матеріалів, у кабельній техніці. Ці досягнення відкривають нові можливості в способах реалізації електроенергії й у конструкції розподільних пристроїв.

					<i>MP 5.8.14.1.355 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8



Таблиця 1. Середній місячний рівень сонячної радіації в містах України за 2018-2019р. (кВтг / м<sup>2</sup> / день).

Регіон/ Місяць	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Сер.
Сімферополь	1,27	2,06	3,05	4,30	5,44	5,84	6,20	5,34	4,07	2,67	1,55	1,07	3,58
Вінниця	1,07	1,89	2,94	3,92	5,19	5,3	5,16	4,68	3,21	1,97	1,10	0,9	3,11
Луцьк	1,02	1,77	2,83	3,91	5,05	5,08	4,94	4,55	3,01	1,83	1,05	0,79	2,99
Дніпро	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,70	5,08	3,66	2,27	1,20	0,96	3,36
Донецьк	1,21	1,99	2,94	4,04	5,48	5,55	5,66	5,09	3,67	2,24	1,23	0,96	3,34
Житомир	1,01	1,82	2,87	3,88	5,16	5,19	5,04	4,66	3,06	1,87	1,04	0,83	3,04
Ужгород	1,13	1,91	3,01	4,03	5,01	5,31	5,25	4,82	3,33	2,02	1,19	0,88	3,16
Запоріжжя	1,21	2,00	2,91	4,20	5,62	5,72	5,88	5,18	3,87	2,44	1,25	0,95	3,44
Івано-Франківськ	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	2,94
Київ	1,07	1,87	2,95	3,96	5,25	5,22	5,25	4,67	3,12	1,94	1,02	0,86	3,10
Кропивницький	1,20	1,95	2,96	4,07	5,47	5,49	5,57	4,92	3,57	2,24	1,14	0,96	3,30
Луганськ	1,23	2,06	3,05	4,05	5,46	5,57	5,65	4,99	3,62	2,23	1,26	0,93	3,34
Львів	1,08	1,83	2,82	3,78	4,67	4,83	4,83	4,45	3,00	1,85	1,06	0,83	2,92
Миколаїв	1,25	2,10	3,07	4,38	5,65	5,85	6,03	5,34	3,93	2,52	1,36	1,04	3,55
Одеса	1,25	2,11	3,08	4,38	5,65	5,85	6,04	5,33	3,93	2,52	1,36	1,04	3,55
Полтава	1,18	1,96	3,05	4,00	5,40	5,44	5,51	4,87	3,42	2,11	1,15	0,91	3,25
Рівне	1,01	1,81	2,83	3,87	5,08	5,17	4,98	4,58	3,02	1,87	1,04	0,81	3,01
Суми	1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,10	0,86	3,16
Тернопіль	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	2,99
Харків	1,19	2,02	3,05	3,92	5,38	5,46	5,56	4,88	3,49	2,10	1,19	0,9	3,26
Херсон	1,30	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6,00	5,29	4,00	2,57	1,36	1,04	3,55
Хмельницький	1,09	1,86	2,87	3,85	5,08	5,21	5,04	4,58	3,14	1,98	1,10	0,87	3,06
Черкаси	1,15	1,91	2,94	3,99	5,44	5,46	5,54	4,87	3,40	2,13	1,09	0,91	3,24
Чернігів	0,99	1,80	2,92	3,96	5,17	5,19	5,12	4,54	3,00	1,86	0,98	0,75	3,03
Чернівці	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	2,94

Фотоелемент – напівпровідниковий прилад, що служить для перетворення світлової енергії в електричну. В основі цього перетворення лежить явище фотоефекту.

На даний момент в світі існують фотоелектричні установки, що перетворюють сонячну енергію в електричну на основі методу прямого перетворення, і термодинамічні установки, в яких сонячна енергія спочатку перетворюється в тепло, потім в термодинамічній циклі теплової машини перетвориться в механічну енергію, а в генераторі перетворюється в електричну.

На відміну від сонячних колекторів, що нагрівають матеріал-теплоносіть, сонячна батарея виробляє безпосередньо електроенергію.

У світлі цього актуальним завданням є вибір або розробка оптимального алгоритму заряду і розряду акумуляторів в системах альтернативної енергетики. У даній роботі розробляється алгоритм перезарядки акумуляторних батарей, що працюють в автономних електростанціях на сонячних батареях.

Виробництво фотоелектричних елементів і сонячних колекторів розвивається швидкими темпами в різних країнах та в самих різних напрямках. Сонячні панелі бувають різного розміру: від вбудованих в мікрокалькулятори до таких що розташовують на дахах автомобілів і будинків.

ККД фотоелементів, виготовлених в промислових масштабах, в середньому становить 16%, у кращих зразків – до 25%. У лабораторних умовах вже досягнуті ККД 40,7%.

Окрім економічних аргументів, електрична енергія, вироблена з сонячної енергії, та інші відновлювальні джерела електричної енергії в країні мають особливе значення для енергетичної безпеки та незалежності України.

Попри те, що станом на сьогодні відновлювальна енергетика складає менше 1% від загального обсягу виробництва електричної енергії, роль відновлювальних джерел електричної енергії неминуче зростання з кожним роком: уряд встановив 10% показник для відновлювальних джерел електричної енергії до кінця 2020 року. І відповідно до прийнятої в 2019 році Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», відновлювальна енергетика досягне рівня 25% у загальній структурі виробництва електричної енергії України.

Отже, завдяки інформації наведеній вище та розвитку ЕЕ в Україні тема даного проекту є актуальною та варта уваги.

# 1 Науково-дослідна частина. Аналіз та вибір геометричних параметрів конструкції сонячної станції

## 1.1. Види монтажних конструкцій сонячних панелей.

Для наземного монтажу сонячних панелей конструкції виготовляються з оцинкованих залізного або алюмінієвого профілів (рис.1), зібраних в єдиній конструкції для кріплення одного або груп з кількох модулів в вертикальній, або горизонтальній площині. Такі конструкції частіше встановлюють на бетонний фундамент [5].



Рис. 1. Наземний монтаж сонячних панелей

Крім стаціонарних конструкцій для установки фотоелектричних модулів на землі, існують також поворотні в одній, або двох площинах конструкції для систем стеження за сонцем – трекерна система орієнтації (рис 2). Використання трекера дозволяє максимально ефективно зорієнтувати активну поверхню сонячних панелей і значно збільшити продуктивність енергії в порівнянні з фіксованим розміщенням на нерухомій металоконструкції (до 30 – 40%).

Змі.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	MP 5.8.141.355 ПЗ				
Розроб.	Коротя				Проект системи електропостачання дошкільного закладу з використанням сонячної станції		Лит.	Лист	Листів
Перевірив	Волохін							11	83
Реценз.					СумДУ, ЕТмз-91с				
Н. Контр.	Никифоров								
Затвердив	Лебединський								

Трекери виготовляють із сталевих нержавіючих і алюмінієвих профілів.

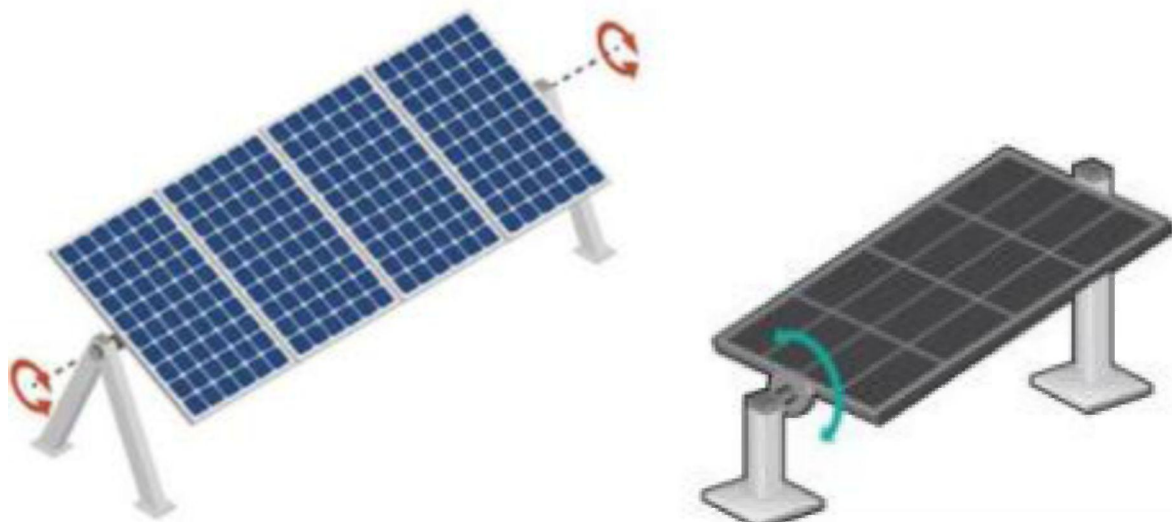


Рис 2. Одновісний трекер

Співвідношення вартості та ефективності трекера визначає оптимальну потужність розміщених на них фотомодулів, яка може становити від одиниць до десятка кіловат.



Рис. 3. Двовісний трекер.

Для монтажу фотоелектричних модулів на плоских дахах використовують конструкції з алюмінієвого профілю з опорними елементами з нержавіючої сталі (рис.4). На таких конструкціях монтують панелі в один, або кілька ярусів, орієнтуючи в горизонтальній або вертикальній площині.





Для найбільшої ефективності роботи сонячних панелей, тобто перетворення сонячної енергії в електричну, необхідно, щоб сонячні промені були направлені перпендикулярно поверхні модуля. В такому випадку освітленість поверхні сонячних панелей буде максимальною. Для цього необхідно, щоб система контролю максимуму освітленості протягом дня періодично змінювала положення сонячних панелей для збереження прямого кута між напрямом променів і його площиною.

Система, що забезпечує поворот сонячних панелей протягом дня на максимальний потік сонячного випромінювання, називається системою контролю максимуму освітленості сонячних панелей. Переміщення Сонця по небу протягом року і дня є вхідний характеристикою для системи контролю. Система контролю відповідає за орієнтування сонячних панелей на Сонце протягом дня і року. За одну добу земля повертається навколо своєї осі на  $360^\circ$ , проте сонячні панелі буде генерувати енергію тільки протягом світлового дня.

Тривалість дня змінюється в залежності від широти і місця установки сонячних панелей. Необхідно простежити за двома умовами зміни висоти Сонця: протягом дня і умови зміни висоти Сонця за порами року. Положення Сонця на небосхилі може бути описано двома кутами: азимут і зеніт (див. рис. 7). Азимут - кут між істинним напрямом півночі і проекцією Сонця на горизонтальну площину Землі. Зенітний кут характеризує висоту сонцестояння. Азимут змінює значення протягом дня через обертання Землі навколо своєї осі (Його також називають часовий кут), а зенітний кут змінюється через прецесії земної осі. Отже, при проектуванні системи контролю необхідно брати до уваги два обертальні рухи Сонця: щоденне рух (переміщення по осі азимута) і щорічної прецесії земної осі (переміщення по осі екліптики) [14].

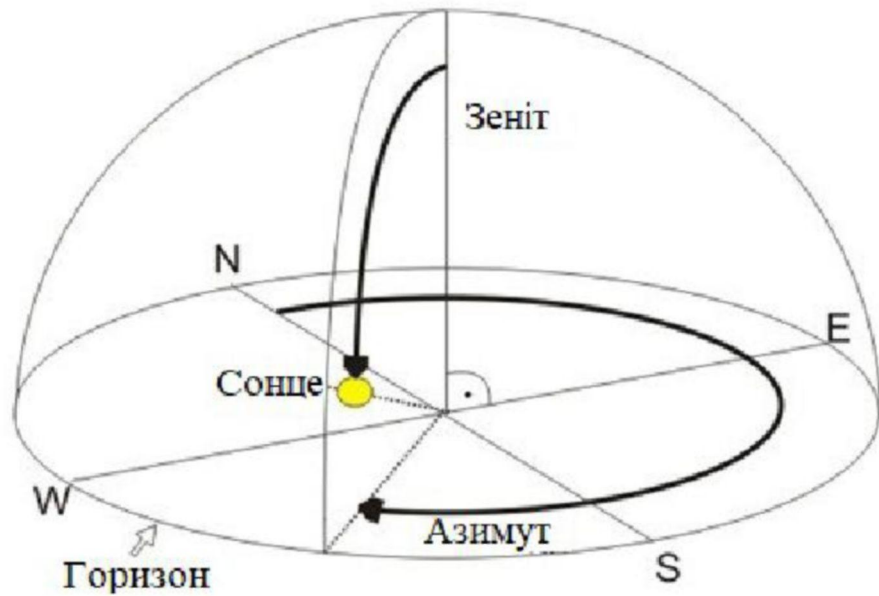


Рис.7 Зеніт і азимут

Спрощена формула розрахунку оптимального кута нахилу (див. рис. 8) фотомодулів:

- Якщо широта до  $25^\circ$ , числове значення широти помножити на 0,87.
- Якщо широта між  $25^\circ$  і  $50^\circ$ , числове значення широти помножити на 0,76, плюс 3,1 градуса.

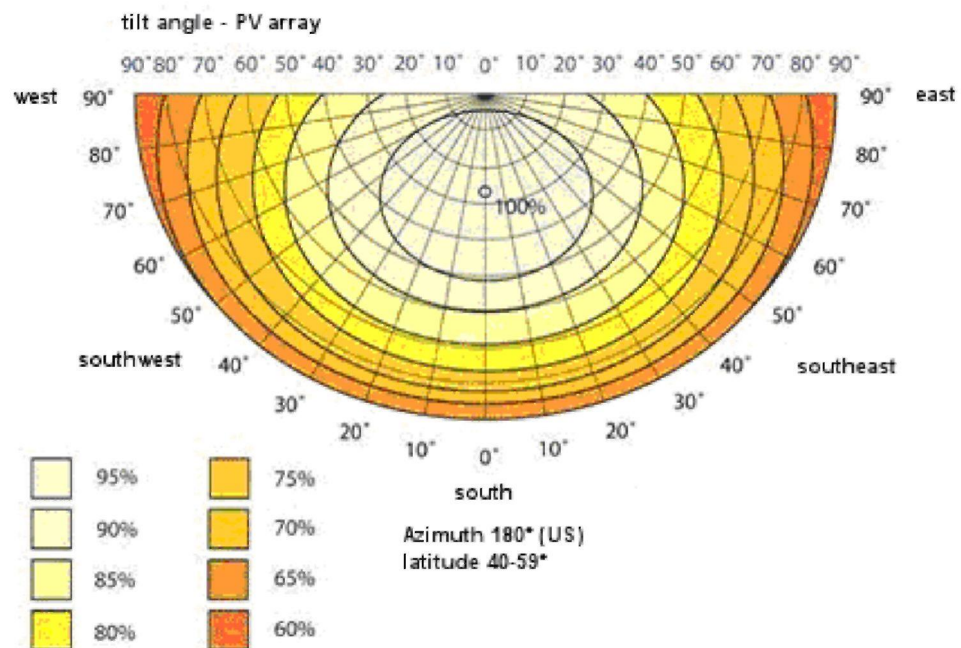


Рис.8 Кут нахилу сонячних батарей



Наведений нижче графік (рис.9) показує вплив регулювань кута нахилу на продуктивність. Бірюзова лінія показує кількість енергії, яку можна отримувати кожен день, якщо установка сонячних батарей проведена на фіксований оптимальний кут нахилу. Червона лінія показує кількість сонячної енергії, яку можна отримати при регулюванні кута нахилу чотири рази на рік. Фіолетова лінії показує кількість сонячної енергії в дні, якщо сонячна панелі встановлені на зимовий період.

Для порівняння, зелена лінія показує енергію, яку ви отримали б від двоосьових трекерних систем стеження, яка завжди орієнтує панель прямо на сонце. Цифри дані для 40 ° широти.

Таблиця 2. Продуктивність енергії фотоелектричної системи, в залежності від монтажною конструкції.

Продуктивність системи	Фіксована конструкція	Регулювання 2 рази в рік	Регулювання 4 рази на рік	2-осьовий трекер
% от оптимального	71,1%	75,2%	75,7%	100%

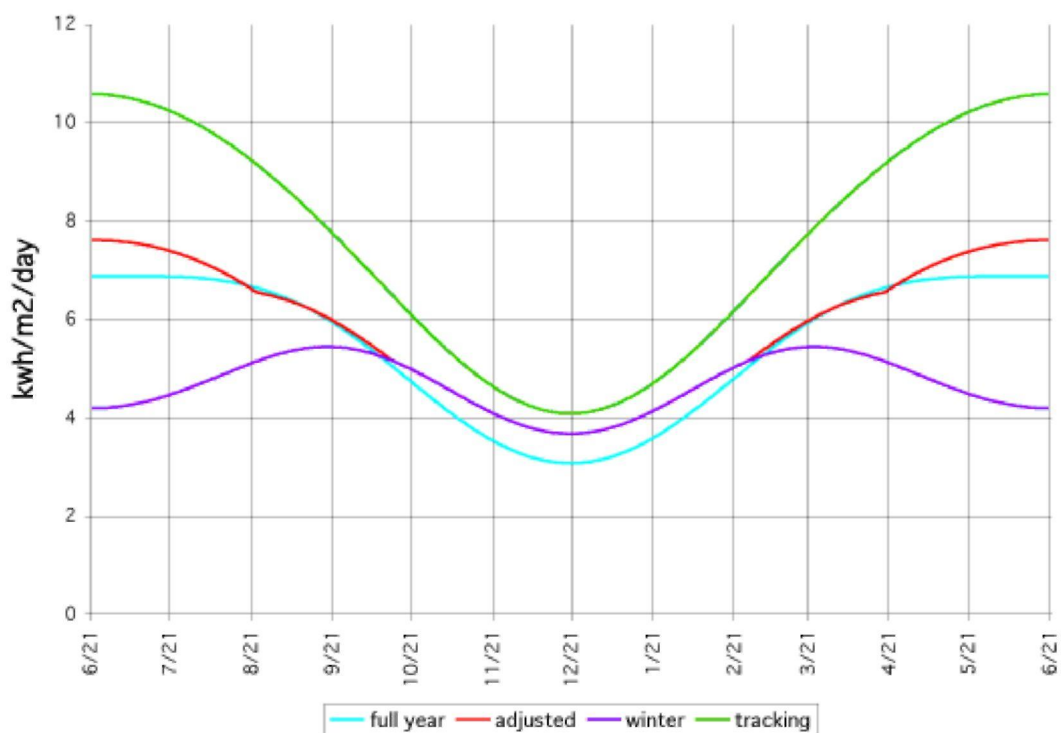


Рис.9 Графік який показує вплив регулювань кута нахилу на продуктивність.



Таблиця 4. Приклад регулювання кута нахилу 2 рази на 1 рік в залежності від широти.

Широта	Літній кут	Весняний/ Осіній кут	Зимовий кут
25 °	-1,3	22,2	46,3
30 °	3,3	27,1	50,7
35 °	7,9	32,0	55,2
40 °	12,5	36,9	59,6
45 °	17,1	41,8	64,1
50 °	21,7	46,7	68,5

Оптимальний час для зміни кута нахилу на літній період – 18 квітня, на осінній період – 24 серпня, на зимовий період – 7 жовтня, на весняний період – 5 березня.

У зимовий період сонячні панелі, при зимовому куті нахилу, будуть орієнтовані досить ефективно, захопивши від 81 до 88% енергії в порівнянні з трекерною системою. Такий кут нахилу є хорошим рішенням в тих місцях, де взимку навантаження більше, ніж влітку. Навесні, влітку і восени ефективність буде нижче (74-75% навесні/восени, і 68-74% влітку), тому, що в ці сезони сонце проходить велику ділянку неба, і фіксовані панелі не можуть бути спрямовані на нього під кут, що наближається до 90 °. Це як раз час року, в якому трекерні системи стеження дають найбільший ефект [14].

Зауважимо, що взимку кут приблизно на 5 ° крутіше, ніж той, що зазвичай рекомендується. Причина в тому, що в зимовий час, велика частина сонячної енергії припадає на полудень, так що фотоелектричні модулі слід орієнтувати майже прямо на сонце опівдні. Кут доопрацьовують, щоб отримати найбільш повну енергію протягом дня.

Якщо конструкція фотоелектричної системи дозволяє регулювати кут нахилу кожного місяця, то для розрахунку його значення на широту  $L$  приймається такі величини.

З весняного рівнодення до осіннього рівнодення:

- кут дорівнює широті  $L$  на 22 березня і 22 вересня (рівнодення)

- кут дорівнює ( $L-5^\circ$ ) на 3 квітня і 9 вересня (в т.ч. 2 найближчі тижні різниці);
  - кут дорівнює ( $L-10^\circ$ ) на 17 квітня і 26 серпня (в т.ч. 2 найближчі тижні різниці);
  - кут дорівнює ( $L-15^\circ$ ) на 1 травня і 12 серпня (в т.ч. 2 найближчі тижні різниці);
  - кут дорівнює ( $L-20^\circ$ ) на 22 травня і по 22 липня (в т.ч. 2 найближчі тижні різниці);
  - кут дорівнює ( $L-23,5^\circ$ ) на 22 червня (літнє сонцестояння);
- З осіннього рівнодення до весняного рівнодення:
- кут дорівнює широті  $L$  на 22 березня і 22 вересня (рівнодення);
  - кут дорівнює ( $L+5^\circ$ ), на 6 жовтня та 7 березня (в т.ч. 2 найближчі тижні різниці);
  - кут дорівнює ( $L+10^\circ$ ) на 19 жовтня і по 22 лютого (в т.ч. 2 найближчі тижні різниці);
  - кут дорівнює ( $L+15^\circ$ ), на 3 листопада і 8 лютого (в т.ч. 2 найближчі тижні різниці);
  - кут дорівнює ( $L+20^\circ$ ) на 23 листопада і 23 січня (в т.ч. 2 найближчих тижнів різниці);
  - кут дорівнює ( $L+23,5^\circ$ ) на 22 грудня (зимове сонцестояння).

На рис. 10 зображено залежність кутів нахилу для деяких широт в залежності від пори року.

					<i>MP 5.8.14.1.355 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		20

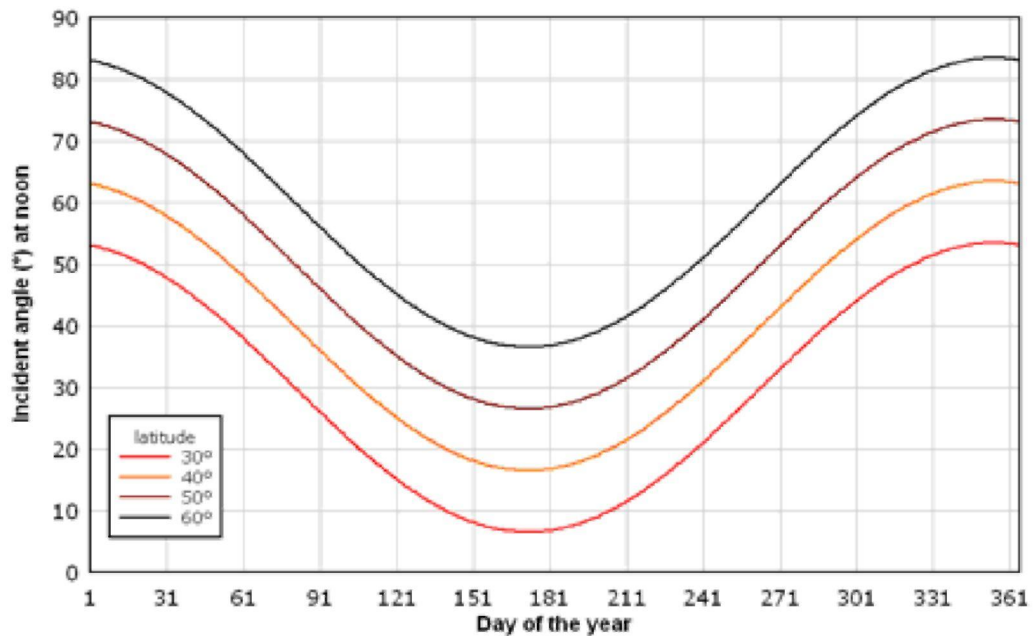


Рис. 10. Куты нахилу для деяких широт, в залежності від пори року, представлені на графіку

При розташуванні конструкцій сонячних панелей в кілька рядів (рис.11), крім правильної орієнтації і кута нахилу, дуже важливим є правильно вибрати відстань між рядами, щоб не відбувалося взаємного затінення поверхні модулів. Для середньої смуги, при оптимальному фіксованому куті нахилу, найчастіше використовується проста формула  $d = 3h$ , де  $d$  – відстань між рядами, і  $h$  – висота панелі під оптимальним кутом нахилу.

При кутах нахилу, близьких до  $30^\circ$ , коефіцієнт використання майданчика під фотоелектричну систему становить 33%. Наведені дані є оглядовими, зібрані з різних джерел, і трохи відрізняються за значенням, так як розраховувалися за різними методиками. В цілому завдання по них – дати уявлення про те наскільки оптимально може працювати фотоелектрична система в залежності від орієнтації і кута нахилу сонячних панелей.

Варіантів вибору місця для монтування сонячних панелей всього два: на даху будинку, прибудинкових спорудах або на попередньо побудованих наземних конструкціях (в межах приватного домогосподарства). В нашому випадку це покрівля, оскільки це найекономічніший спосіб (будівля існуюча, та на висоті не буде затінення від дерев та прилеглих будівель) [15].

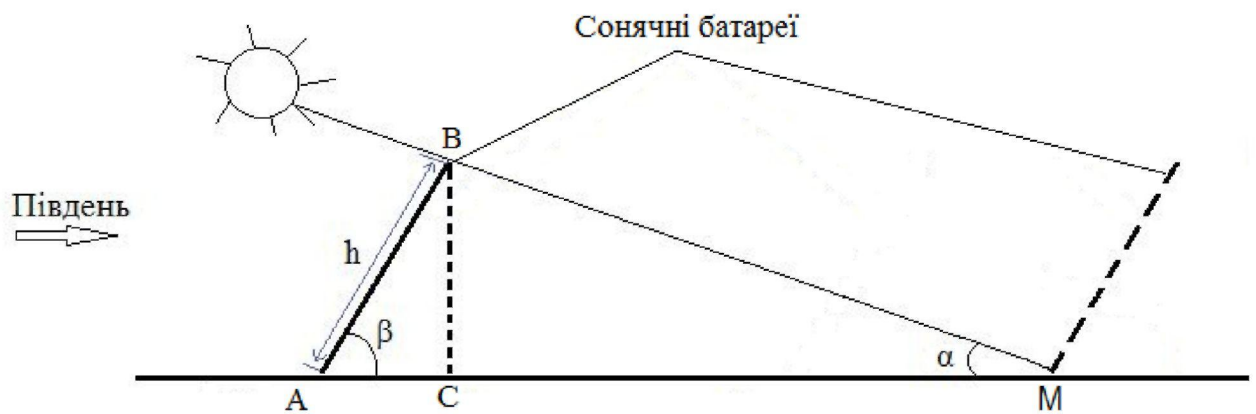


Рис. 11. Правильне розташування панелей в 2 і більше рядів в залежності від кута нахилу панелі.

Місця на даху і площі на землі недостатньо, тому використовуємо розміщення панелей на багаторядній конструкції, яка дозволить заощадити частину площі. Оскільки на покрівлі місце не дозволяє виконати монтаж в один ряд необхідно панелі змонтувати в 2 ряди. Розрахуємо оптимальну відстань між рядами сонячних батарей, але цей спосіб можна використовувати і для розрахунку тіней інших предметів. Виходячи з цього необхідно передбачити встановлення панелей таким чином, щоб один ряд не відбивав тінь на інший. Для цього необхідно розрахувати дні літнього та зимового сонцестояння.

$$h = 90 - f_i + \delta,$$

де:  $f_i$  – широта даного місця,  $\delta$  – нахил, кутова відстань світила від небесного екватора.

Оскільки широта місцевості не змінюється зі зміною висоти Сонця слідує, що змінюється його нахил. Широту місцевості наближено для даного населеного пункту можна визначити по географічній карті. За вимірюваннями висоти можна знайти, що влітку максимальне віддалення від небесного екватора становить  $+23,5^\circ$ , а в зимовий час воно  $-23,5^\circ$ .

Як відомо широта встановлення обладнання  $51^\circ$ , тоді

$$H = 90 - 51 + 23.5 = 62.5^\circ \text{ (в дні літнього сонцестояння);}$$

$$H = 90 - 51 - 23.5 = 15.5^\circ \text{ (в дні зимового сонцестояння).}$$

Виходячи з цих даних розраховуємо розташування панелей в 2 ряди.

## 2 Розрахункова частина

### 2.1. Загальна характеристика об'єкта

Будівля дошкільного закладу містить наступні приміщення: ігрові дитячі кімнати, спальні, пральня, їдальня, медичний кабінет, зал фізичної культури та ін. Загальна площа приміщення розрахована на 100 місць і становить 980м<sup>2</sup>.

Електрогосподарство знаходиться в робочому стані, але потребує капітального ремонту. Основні причини цього твердження:

- застарілі кабелі та проводи які мають порушену цілісність та ізоляцію;
- застаріле розподільне обладнання яке потребує заміни, та вичерпало свій експлуатаційний термін;
- не нормована освітленість приміщень для дітей та персоналу в порівнянні з сучасними нормами;
- споживання електроенергії освітлювальними приладами перевищує в 2-8 разів в порівнянні з світлодіодним освітленням.

Проектом передбачається встановлення мережевої сонячної підстанції з використанням сонячних панелей для генерації електроенергії в мережу (Додаток А).

Живлення ВРП здійснюється від КТП самоутримним ізольованим проводом СИП4 4x50 мм<sup>2</sup> напругою 380/220 В згідно [9].

Для розподілу електричної енергії всередині приміщення передбачаються електричні мережі напругою до 1000 В.

Схема внутрішньої мережі визначається комфортним та безпечним перебуванням дітей та обслуговуючого персоналу, технологічним процесом виробництва (кухня, пральня і т.д.), плануванням приміщень, взаємним розташуванням ЕП, і вводів живлення, розрахунковою потужністю, вимогами

					<i>MP 5.8.141.355 ПЗ</i>			
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Коротя</i>				<i>Проект системи електропостачання дошкільного закладу з використанням сонячної станції</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Волохін</i>						23	83
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, ЕТмз-91с</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Никифоров</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Лебединський</i>							

безперебійності електропостачання, умовами навколишнього середовища, техніко-економічними показникам.

Система внутрішнього електропостачання - це система, що призначена для розподілу напруги від джерела живлення до електрообладнання. Внутрішня мережа живиться від центрального розподільчого щитка ВРП до силових розподільчих шаф ЩО та ЩТ.

## 2.2. Визначення розрахункових навантажень.

Правильне визначення розрахункових електричних навантажень на всіх ділянках є головним етапом проектування. Від цього розрахунку залежать вихідні дані для вибору всіх елементів та апаратів потрібних для забезпечення стабільної роботи СЕС .

Завищення електричних навантажень веде до необґрунтованого збільшення перетинів струмоведучих частин, потужностей трансформаторів, що збільшує капіталовкладення. Експлуатація недовантажених трансформаторів недоцільна через значні втрати електроенергії в них у порівнянні із трансформаторами меншої потужності.

Заниження розрахункового навантаження приводить до перегріву елементів електричних мереж, прискореному старінню ізоляції електроустаткування й струмоведучих частин, порушенню електромагнітної сумісності електроприймачів (ЕП).

Для розрахунку використовуємо методику, що приведена в ДБН В.2.5-23-2010 з використанням коефіцієнтів попиту та коефіцієнтів участі у максимумі навантажень[2].

В першу чергу беремо до уваги встановлену потужність електроприймачів які будуть живитись кожний від свого місцевого щита та ділимо його на класи обладнання, які перераховує методика [2], що зазначена в ДБН В.2.5-23-2010. Усі дані вносимо до таблиць 2-7.

Наприклад, від щита ЩС-ТП, живиться наступне електрообладнання: циркуляційні насоси, насос холодного водопостачання, бойлер. Оскільки циркуляційні насоси та насос холодного водопостачання можна віднести до

					<i>MP 5.8.14.1.355 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24



сантехнічного обладнання, об'єднуємо в одну групу, бойлер це також сантехнічне обладнання, але по навантаженню ми його розраховуємо як, теплове.

За паспортними даними знаходимо усі відомі нам показники електроприймача:

$P_B$  – активна корисна потужність;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності (якщо відсутній встановлюємо згідно ДБН В.2.5-23-2010).

Потім знаходимо розрахункове навантаження силових ліній живлення і вводи  $P_p$  за формулою:

$$P_p = P_B * K_n$$

де  $P_B$  – встановлена потужність електроприймачів (крім протипожежних і резервних пристроїв), кВт;

$K_n$  – розрахунковий коефіцієнт попиту.

Коефіцієнти попиту для розрахунку навантаження вводи і ліній силових електричних мереж слід визначати за ДБН В.2.5-23-2010.

Визначаємо коефіцієнт реактивної потужності  $\operatorname{tg} \varphi$ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi};$$

$$\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1;$$

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi};$$

Далі розраховуємо реактивну потужність:

$$Q_p = P_p * \operatorname{tg} \varphi \text{ (кВАР)}$$

Далі розраховуємо повну потужність:

$$S = P_p^2 + Q_p^2 \text{ (кВА)}$$

Розраховуємо струм:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Після розрахунків окремих розподільних щитів виконуємо розрахунок ввідного розподільчого щита (ВРП). Для цього сумуємо однакові групи з кількістю електроприймачів та зводимо до таблиці 8. Виконуємо даний розрахунок знову.

Такі розрахунки виконуються окремо для літнього та зимового періоду. Тому, що навантаження в кожен період року різне. Для вибору електрообладнання та апаратів вибираємо максимальне значення.

Оскільки в проекті відсутні навантаження, що використовуються в основному в літню пору року (зазвичай це кондиціонери та вентилятори), за основу розрахунку прийнято зимовий період. Розрахунок проводився для максимального навантаження.

Таблиця 5. Розрахунок у максимумі навантажень на ЩС-ТП

№	Найменування споживача	Встановлена потужність	Кількість спож.	Розрахункова потужність	К-т попиту	Коефіц. Реактивної потужності		Споживча потужність			Макс. роз.
		Рв, кВт				шт.	Рр, кВт	Кп	Сosj	tgi	Рр=Ру*Кс, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Сантехнічне обладнання (насоси)	2,60	6	1,95	0,75	0,75	0,88	1,95	1,72	2,60	3,94
2	Бойлер	2,00	1	2,00	1,00	1,00	0,00	2,00	0,00	2,00	3,03
<b>Всього:</b>		<b>4,60</b>		3,95	1,00	0,92	0,44	3,95	1,72	4,31	6,53

Таблиця 6. Розрахунок у максимумі навантажень на ЩТ-1

№	Найменування споживача	Встановлена потужність	Кількість спож.	Розрахункова потужність	К-т попиту	Коефіц. Реактивної потужності		Споживча потужність			Макс. роз.
		Рв, кВт				шт.	Рр, кВт	Кп	Сosj	tgi	Рр=Ру*Кс, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Теплове обладнання	27,00	4	21,60	0,80	1,00	0,00	21,60	0,00	21,60	32,73
2	Механічне обладнання	3,00	3	2,25	0,75	0,85	0,62	2,25	1,39	2,65	4,01
3	Холодильне обладнання	1,50	3	0,98	0,65	0,65	1,17	0,98	1,14	1,50	2,27
4	Вентиляційне обладнання	0,50	1	0,50	1,00	0,65	1,17	0,50	0,58	0,77	1,17
<b>Всього:</b>		<b>32,00</b>		25,33	1,00	0,99	0,12	25,33	3,12	25,52	38,66

Таблиця 7. Розрахунок у максимумі навантажень на ЩО-1-1

№	Найменування споживача	Встановлена потужність	Кількість спож.	Розрахункова потужність	К-т попиту	Коефіц. Реактивної потужності		Споживча потужність			Макс. роз.
		Рв, кВт	шт.	Рр, кВт	Кп	Cosj	tgj	Рр=Ру*Кс, кВт	Qp=Рр*tgφ, кВар	Sp=√Pp²+Qp², кВА	Ip=S/√3*U, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Освітлення приміщень	1,66	1	1,66	1,00	0,65	1,17	1,66	1,94	2,55	3,87
2	Силлові розетки для підключення орг. Техніки та іншого різноманітного обладнання.	2,16	27	0,43	0,20	0,85	0,62	0,43	0,27	0,51	0,77
<b>Всього:</b>		<b>3,82</b>		2,09	1,00	0,69	1,06	2,09	2,21	3,04	4,61

Таблиця 8. Розрахунок у максимумі навантажень на ЩО-1-2

№	Найменування споживача	Встановлена потужність	Кількість спож.	Розрахункова потужність	К-т попиту	Коефіц. Реактивної потужності		Споживча потужність			Макс. роз.
		Рв, кВт	шт.	Рр, кВт	Кп	Cosj	tgj	Рр=Ру*Кс, кВт	Qp=Рр*tgφ, кВар	Sp=√Pp²+Qp², кВА	Ip=S/√3*U, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Освітлення приміщень	1,30	1	1,30	1,00	0,65	1,17	1,30	1,52	2,00	3,03
2	Силлові розетки для підключення орг. Техніки та іншого різноманітного обладнання.	1,52	19	0,30	0,20	0,85	0,62	0,30	0,19	0,36	0,54
3	Технологічного обладнання пральні	7,20	5	3,60	0,50	0,90	0,48	3,60	1,74	4,00	6,06
<b>Всього:</b>		<b>10,02</b>		5,20	1,00	0,83	0,66	5,20	3,45	6,24	9,46

Таблиця 9. Розрахунок у максимумі навантажень на ЩО-2-1

№	Найменування споживача	Встановлена потужність	Кількість спож.	Розрахункова потужність	К-т попиту	Коефіц. Реактивної потужності		Споживча потужність			Макс. роз.
		Рв, кВт	шт.	Рр, кВт	Кп	Cosj	tgj	Рр=Ру*Кс, кВт	Qp=Рр*tgφ, кВар	Sp=√Pp²+Qp², кВА	Ip=S/√3*U, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Освітлення приміщень	1,40	1	1,40	1,00	0,65	1,17	1,40	1,64	2,15	3,26
2	Силлові розетки для підключення орг. Техніки та іншого різноманітного обладнання.	1,12	14	0,22	0,20	0,85	0,62	0,22	0,14	0,26	0,40
<b>Всього:</b>		<b>2,52</b>		1,62	1,00	0,67	1,09	1,62	1,78	2,41	3,65

Таблиця 10. Розрахунок у максимумі навантажень на ЩО-2-2

№	Найменування споживача	Встановлена потужність	Кількість спож.	Розрахункова потужність	К-т попиту	Коефіц. Реактивної потужності		Споживча потужність			Макс. роз.
		Рв, кВт	шт.	Рр, кВт	Кп	Cosj	tgj	Рр=Ру*Кс, кВт	Qр=Рр*tgφ, кВар	Sp=√Pp²+Qp², кВА	Ip=S/√3*U, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Освітлення приміщень	1,40	1	1,40	1,00	0,65	1,17	1,40	1,64	2,15	3,26
2	Силкові розетки для підключення орг. Техніки та іншого різноманітного обладнання.	1,12	14	0,22	0,20	0,85	0,62	0,22	0,14	0,26	0,40
<b>Всього:</b>		<b>2,52</b>		1,62	1,00	0,67	1,09	1,62	1,78	2,41	3,65

Таблиця 11. Розрахунок у максимумі навантажень на ВРП

№	Найменування споживача	Встановлена потужність	Кількість спож.	Розрахункова потужність	К-т попиту	Коефіц. Реактивної потужності		Споживча потужність			Макс. роз.
		Рв, кВт	шт.	Рр, кВт	Кп	Cosj	tgj	Рр=Ру*Кс, кВт	Qр=Рр*tgφ, кВар	Sp=√Pp²+Qp², кВА	Ip=S/√3*U, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Теплове обладнання	29,00	5	21,75	0,75	1,00	0,00	21,75	0,00	21,75	32,95
2	Механічне обладнання	3,00	3	2,25	0,75	0,85	0,62	2,25	1,39	2,65	4,01
3	Сантехнічне та холодильне обладнання	4,10	9	2,58	0,63	0,65	1,17	2,58	3,02	3,97	6,02
4	Вентиляційне обладнання	0,50	1	0,50	1,00	0,65	1,17	0,50	0,58	0,77	1,17
5	Освітлення приміщень	5,76		5,18	0,90	0,65	1,17	5,18	6,06	7,98	12,08
6	Аварійне освітлення	1,39		1,39	1,00	0,65	1,17	1,39	1,63	2,14	3,24
7	Силкові розетки для підключення орг. Техніки та іншого	5,92	74	1,18	0,20	0,85	0,62	1,18	0,73	1,39	2,11
8	Технологічного обладнання пральні	7,20	5	3,60	0,50	0,90	0,48	3,60	1,74	4,00	6,06
<b>Всього:</b>		<b>56,87</b>		38,44	1,00	0,93	0,39	38,44	15,16	41,32	62,61

### 2.3. Вибір та перевірка силових кабелів

Підбір кабелів та спосіб укладання необхідно виконувати згідно з [2].

Силовий кабель - збірна назва для електричних кабелів, які використовують для під'єднання потужного споживача. Кабель зазвичай складається з одного або більше електричних струмопровідних жил, найчастіше скріплених спільною оболонкою/ами. Збірка використовується для передавання електричної енергії. Силкові кабелі можуть бути: встановлені як постійні електропроводки в приміщеннях, закопані в землю чи занурені в воду, прокладені на висоті або покладені на поверхню. Від характеристик об'єкта та

умов монтажу силового кабелю залежить вибір типу силового кабелю. До вибору силового кабелю потрібно підходити дуже ретельно.

Для зручності силові кабелі можна класифікувати за рядом ознак:

- За напругою:
  - силові кабелі на низьку напругу: 0,66 кВ, 1 кВ, 6 кВ, 10 кВ, 20 кВ, 35 кВ;
  - силові кабелі на високу напругу: 110 кВ, 220 кВ, 330 кВ, 380 кВ, 500 кВ, 750 кВ і вище;
- За матеріалом ізоляції:
  - пластмасова;
  - поліетиленова;
  - гумова;
  - паперова;
- За матеріалом і формою струмопровідних жил:
  - алюмінієві;
  - мідні;
  - кругла жила;
  - секторна або сегментна форма жил.

Класифікація найбільш поширена в кабельному середовищі. Відповідно до неї можна виділити наступні групи силових кабелів:

1. Силові кабелі з ПВХ ізоляцією;
2. Кабель силовий з ПВХ ізоляцією (броньований);
3. Силові кабелі з паперовою ізоляцією;
4. Силові кабелі з гумовою ізоляцією;
5. Силові кабелі з ізоляцією із зшитого поліетилену;
6. Контрольний кабель.

Оскільки з вище наведеного нам підходить лише силовий кабель з ПВХ ізоляцією, далі розглядаємо лише цю групу кабелів.

Кабелі з ПВХ ізоляцією – розраховані на стаціонарну прокладку в електромережах з номінальною змінною напругою 0,66 В, 1-6 кВ (ГОСТ 16442-80). Ізоляція на основі ПВХ одна з найдешевших кабельних

					<i>MP 5.8.14.1.355 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		29











Поперечна складова падіння напруги:

$$\delta U\% = 2 \frac{P \cdot x_{уд} \cdot I - Q \cdot r_{уд} \cdot I}{U_{\phi}^2 \cdot n} 10^3 \cdot 100\%$$

Максимальна довжина кабелю при заданій допустимій втраті напруги, км:

$$I = \frac{\Delta U\%_{\text{дост}} \cdot U_{\phi}^2 \cdot n}{(P \cdot r_{уд} + Q \cdot x_{уд}) \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 100\%}$$

При постійному струмі.

Втрата напруги:

$$\Delta U\% = 2 \frac{P \cdot r_{уд} \cdot I}{U^2 \cdot n} 10^3 \cdot 100\%$$

де  $P$  – потужність передається по лінії, кВт;

$r_{уд}$  – питомий опір кабельної лінії, Ом/км;

$l$  – довжина кабельної лінії, км;

$U$  – напруга мережі, В;

$n$  – кількість кабелів, шт.

Максимальна довжина кабелю при заданій допустимій втраті напруги, км:

$$I = \frac{\Delta U\%_{\text{дост}} \cdot U^2 \cdot n}{2 \cdot P \cdot r_{уд} \cdot 10^3 \cdot 100\%}$$

Розрахунок втрати напруги при трифазному змінному струмі і напрузі 380 В за спрощеною формулою (для довідки).

Для мідних жил:

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot I}{7200 \cdot S \cdot n} 10^3 \cdot 100\%$$

де  $P$  – активна потужність передається по лінії, кВт;

$S$  – перетин жил кабелю, мм<sup>2</sup>;

$l$  – довжина кабельної лінії, км;

$n$  – кількість кабелів, шт.

Для алюмінієвих жил:

					MP 5.8.14.1.355 ПЗ	Лист
Змі.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot l \cdot 1.58}{7200 \cdot S \cdot n} 10^3 \cdot 100\%$$

Усі дані зводимо до таблиці 12.

Таблиця 12. Розрахунок падіння напруги.

Найменування електроприймача	ЩТ-1	ЩС-ТП	ЩО1-1	ЩО1-2	ЩО2-1	ЩО2-2
Довжина, l, км	0,02	0,045	0,018	0,045	0,018	0,045
Поперечний переріз, мм <sup>2</sup>	16	4	4	6	4	4
Матеріал жил	мідь	Сu	мідь	Сu	Сu	Сu
Кількість жил, шт.	5	5	5	5	5	5
Кількість кабелів, n, шт.	1	1	1	1	1	1
Напруга, В	380	380	380	380	380	380
пост. / перем. 1ф. / перем. 3ф. Струм	перем. 3ф.	перем. 3ф.	перем. 3ф.	перем. 3ф.	перем. 3ф.	перем. 3ф.
cosφ, о.е.	0,99	0,92	0,69	0,83	0,67	0,67
P, кВт	25,33	3,95	2,09	5,2	1,62	1,62
Q, квар	3,609	1,683	2,192	3,494	1,795	1,795
r <sub>уд</sub> , Ом/км	1,140	4,558	4,558	3,039	4,558	4,558
x <sub>уд</sub> , Ом/км	0,082	0,098	0,098	0,093	0,098	0,098
Поздовжня складова падіння напруги (втрата напруги), ΔU%	0,404	0,566	0,121	0,503	0,094	0,236
Поперечна складова падіння напруги, δU%	-0,028	-0,227	-0,122	-0,316	-0,100	-0,250
Втрата напруги за спрощеною формулою (для довідки), ΔU%	0,440	0,617	0,131	0,542	0,101	0,253
Допустима втрата напруги, %	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Максимальна довжина кабелю при заданій допустимій втраті напруги, км	0,248	0,397	0,741	0,448	0,955	0,955

Висновком після проведення розрахунків слугує те, що перерізи жил кабелю вибрані вірно та проблем з ними виникати не буде.

#### 2.4. Розрахунок потужності сонячної станції.

Режим роботи закладу становить 10 год на добу здебільшого з 8ї ранку до 18ї вечора. Кількість робочих днів на рік становить у середньому взято 250.

Розрахунок споживаної потужності проводимо на базі даних розрахунку у максимумі навантажень та зведемо до таблиці 11. Також до табл. 11 для порівняння внесені дані про потужність електроенергії, що генерується.

Обчислення в таблиці проводимо наступним чином: розрахункову потужність (кВт) множимо на кількість відпрацьованих годин за день та множимо на кількість робочих днів за рік.

Підводимо підсумки і розраховуємо загальну споживану потужність (виводимо середню суму споживання кВт/рік по всьому об'єкту) [5].

Щоб провести розрахунок електроенергії, що генерується сонячною електростанцією за весь період робочих днів в році використано формулою:

$$P_{\text{розр}}(\text{кВт} \cdot \text{год}) = \frac{I \left( \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2} \right) * K_o * V_{\text{модуля}}(\text{кВт}) * K_{\text{втрат}}}{U_{\text{випр}}(\text{кВт}/\text{м}^2)}$$

де: I – сонячна енергія, яка потрапляє на поверхню Землі в горизонтальній площині. Значення можна вибрати, скориставшись картою інтенсивності сонячної радіації на карті Європи (рис. 16);

Глобальная карта распределения солнечной радиации

ЕВРОПА

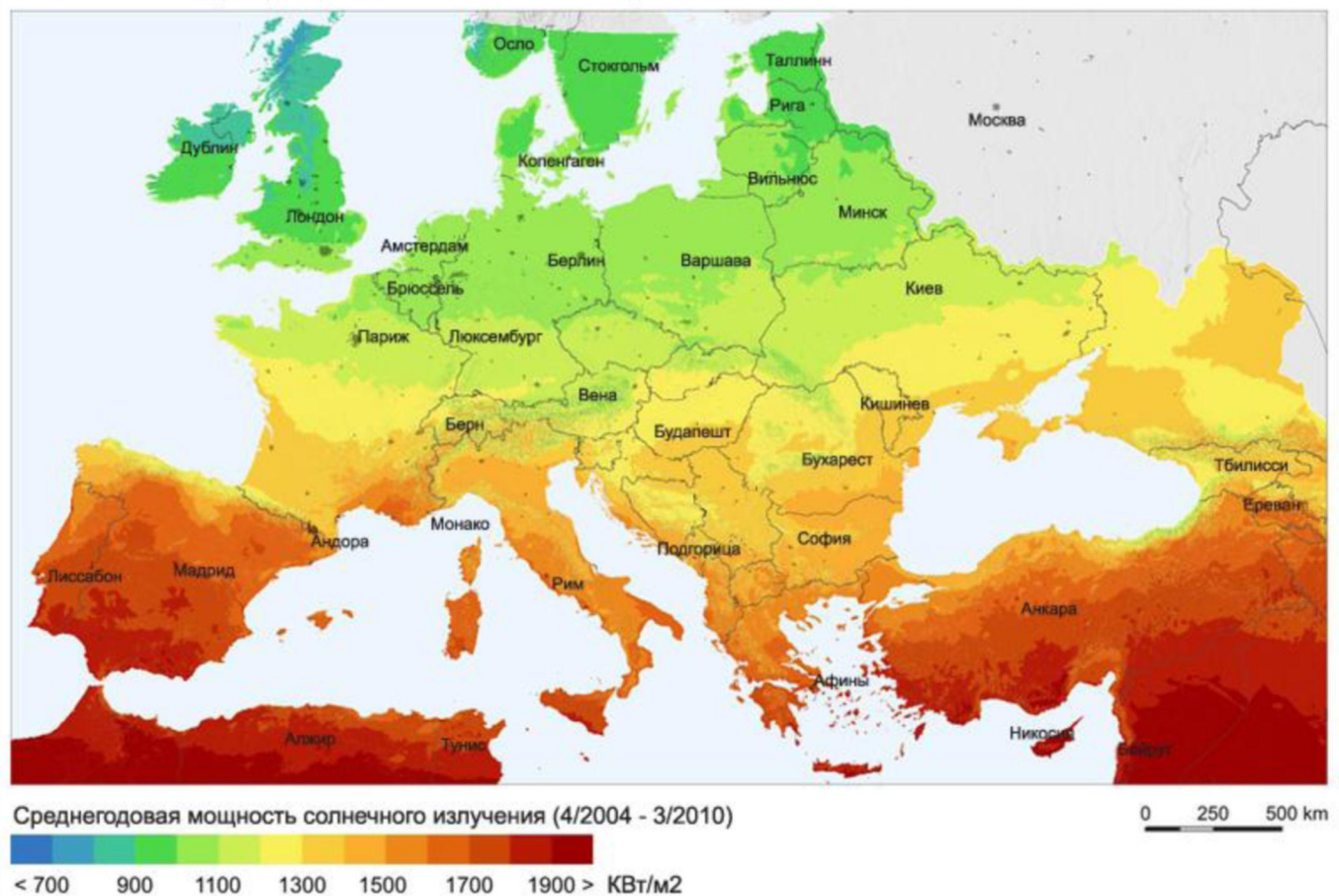


Рис. 16 Карта Європи розподілення сонячної радіації

$K_o$  – поправочний коефіцієнт перерахунку сумарного потоку сонячної енергії з горизонтальної площини на поверхню колектора (дані можна взяти із табл. 10);

Таблиця 13. Відхилення за азимутом від південного напрямку

	-90	-85	-80	-75	-70	-65	-60	-55	-50	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04
10	0,99	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06	1,07	1,07	1,07
15	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10
20	0,97	0,98	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,01
25	0,96	0,97	0,99	1,00	1,02	1,03	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
30	0,94	0,96	0,98	1,00	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
35	0,93	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,08
40	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13
45	0,88	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,01	1,03	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12
50	0,87	0,89	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10	1,11
55	0,85	0,87	0,89	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	1,01	1,02	1,04	1,05	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,08	1,08
60	0,82	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,95	1,00	0,98	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06
65	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
70	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99
75	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95
80	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90
85	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,79	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
90	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,97	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

$V_{\text{модуля}}$  – номінальна потужність сонячної батареї (вказується в паспортних даних до модуля);

$K_{\text{втрат}}$  – коефіцієнт, що враховує втрати сонячної батареї при перетворенні і передачі електроенергії;

$U_{\text{вищр}}$  – інтенсивність сонячної радіації, при якій фотоелектричні модулі тестуються, приймається рівною  $1000 \text{ Вт/м}^2$  ( $1 \text{ кВт} / \text{м}^2$ ).

Загальні втрати енергії при перетворенні сонячного випромінювання в фотоелектричній системі включають в себе:

- Втрати в кабелях – 1%;
- Втрати в інверторі – 2%;
- Втрати, пов'язані з ростом температури модуля – 5%;

- Втрати в процесі роботи сонячної батареї в період низького рівня сонячного випромінювання – 2%;
- Втрати, пов'язані з затінюванням і забрудненням сонячних панелей – 2% (в разі неоптимального орієнтування ці втрати можуть бути значно більшими).

Скористаємося даними з карти сонячної інсоляції та інформацією про місце розташування об'єкта (беремо з програми RETScreen Expert, яка використовує базу даних NASA) (Рис. 7).

Ми бачимо, що сума сонячної радіації на горизонтальній поверхні за добу становить  $3,16 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ , а на рік –  $3,16*365=1153,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ .

Поправочний коефіцієнт перерахунку сумарного потоку сонячної енергії залежить від кута нахилу сонячних панелей у бік Півдня з відхиленням по азимуту.

Ефективний кут нахилу визначаємо в залежності від середньорічної генерації електроенергії. За даними різноманітних джерел кут нахилу у випадку незмінного кута встановлення сонячних панелей необхідно обирати за широтою встановлення обладнання  $+ , - 5^\circ$ . За даними з програмного забезпечення RETScreen Expert (рис.7) та за подальшим розрахунком  $K_o$  (порівняння самого поправочного коефіцієнту) ефективний кут нахилу сонячних панелей повинен становити  $40^\circ$ , а отже  $K_o=1,12$  [14].

Також кут нахилу впливає на розрахунок розміщення панелей в 2 і більше разів (про це далі буде вказано) та на розрахунок відстані між рядами.

Розміщення кліматичних даних: **Україна - Sumy** | Місцезнаходження обладнання: **Ukraine - Sumy - Sumskiyi raion**

- Умовні позначення**
- Місцезнаходження обладнання
  - Розміщення кліматичних даних

Широта	Одиниця	Розміщення кліматичних даних	Місцезнаходження обладнання	Джерело
Довгота		50,9	51,1	
Кліматична зона		34,7	34,8	Грунтовий+NASA
Підняття	м	181	181	Грунтовий - Грунтовий
Розрахункова температура опалення	°C	-18,3		Грунтовий
Розрахункова температура охолодження	°C	27,9		Грунтовий
Амплітуда коливань температури землі	°C	23,62		NASA

Місяць	Температура повітря °C	Відносна вологість %	Денна сума сонячної радіації - на горизонтальній поверхні			Швидкість вітру м/с	Температура землі °C	Градусо-дні опалювального сезону 18 °C °C·д	Градусо-дні з від'ємною температурою 10 °C °C·д
			Опади мм	кВтгод/м²/день	Атмосферний тиск кПа				
Січень	-5,2	84,4%	70,26	1,14	99,9	4,4	-6,9	719	0
Лютий	-5,4	81,4%	63,61	1,93	99,9	4,4	-6,2	655	0
Березень	-0,3	76,8%	62,77	3,05	99,9	4,4	-0,2	567	0
Квітень	8,3	67,9%	42,72	3,98	99,6	4,0	9,8	291	0
Травень	14,6	63,7%	57,15	5,27	99,6	3,6	17,2	105	143
Червень	17,8	70,5%	67,80	5,32	99,3	3,4	20,5	6	234
Липень	19,7	71,6%	91,19	5,38	99,4	3,0	23,1	0	301
Серпень	18,6	70,0%	57,68	4,67	99,6	3,0	23,2	0	267
Вересень	13,0	75,8%	57,67	3,19	99,7	3,4	16,4	150	90
Жовтень	6,8	80,2%	52,85	1,98	100,1	3,9	8,3	347	0
Листопад	-0,2	85,9%	58,24	1,10	100,1	4,1	-0,4	546	0
Грудень	-4,4	85,7%	64,82	0,86	100,1	4,3	-6,0	694	0
<b>Щорічний</b>	<b>7,0</b>	<b>76,1%</b>	<b>746,76</b>	<b>3,16</b>	<b>99,8</b>	<b>3,8</b>	<b>8,3</b>	<b>4 082</b>	<b>1 034</b>
<b>Джерело</b>	Грунтовий	Грунтовий	NASA	NASA	NASA	Грунтовий	NASA	Грунтовий	Грунтовий

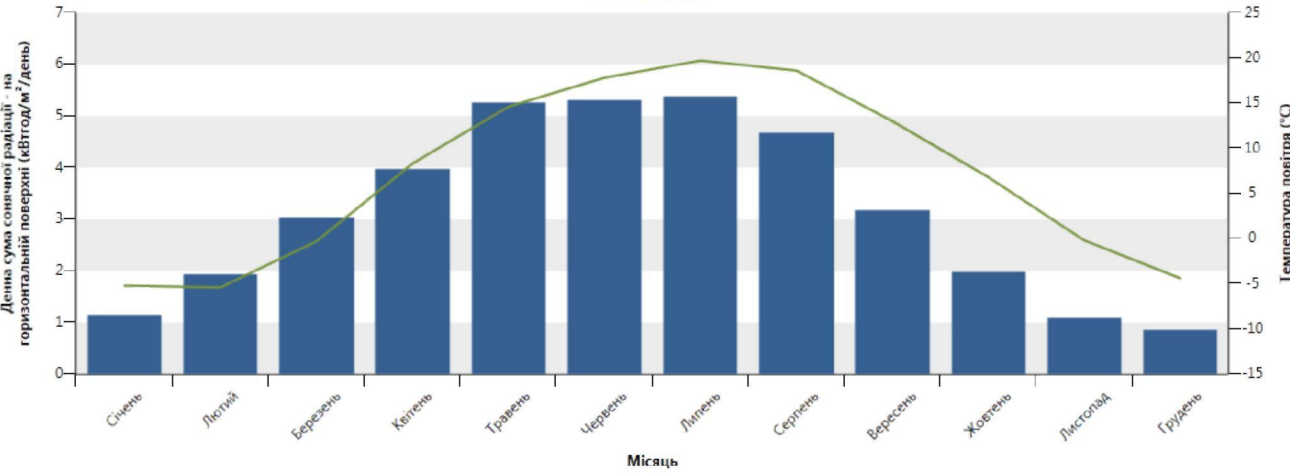


Рис. 17. Дані з програми RETScreen Expert

Таким чином, електроенергія, що генерується сонячною електростанцією на рік, становить :

$$P_{\text{розрах}} = 1153,4 \times 1,12 \times 30,16 \times 0,88 / 1 = 34285,62 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

За даними інших джерел, а саме:

- програмне забезпечення RETScreen Expert  $E = 39567 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$ ;
- за даними постачальника обладнання  $E = 38245 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$  (але за однієї поправки, що даний розрахунок робився для Одеської області, тому він не є коректним відносно нашого регіону).

Для подальшого розрахунку слід використовувати данні та розрахунки, що приведені вище.

Таблиця 14. Розрахунок споживання електроенергії за день та за рік у порівнянні з потужністю, що генерується.

№	Найменування споживача	Розрахунок потужності, кВт	К-ть годин роботи обладнан ня на день	Споживча розрахунок а потужність за день, кВт/год	Споживча розрахунок ва потужність за рік, кВт/год	Генеруема електроене ргія електроста нцією за рік, кВт/год
1	2	5	6,00	7	8	9
1	Теплове обладнання	21,75	3,00	65,25	16312,50	-
2	Механічне обладнання	2,25	0,50	1,13	281,25	-
3	Сантехнічне та холодильне обладнання	2,58	12,00	30,96	7740,00	-
4	Вентиляційне обладнання	0,5	8,00	4,00	1000,00	-
5	Освітлення приміщень	5,18	3,00	15,54	3885,00	-
6	Аварійне освітлення	1,39	3,00	4,17	1042,50	-
7	Силові розетки для підключення орг. Техніки та іншого обладнання.	1,18	4,00	4,72	1180,00	-
8	Технологічного обладнання пральні	3,6	3,00	10,80	2700,00	-
<b>Всього:</b>		<b>38,43</b>		<b>136,57</b>	<b>34141,25</b>	<b>34285,62</b>









монокристалічні модулі значно продуктивніші і ефективніші полікристалічних не зовсім вірно. У різних виробників порівняння різних типів сонячних модулів дає різні результати. Ефективність монокристалічного сонячних панелей значно завищені, це зроблено, можливо, щоб виправдати більш високу вартість. Спираючись на отримані дані, можна зробити певні висновки і про економію площі при установці панелей різного типу.

Таблиця 15. Порівняння моно та полікристалічної панелі.

Тип	Коефіцієнт фотозлектрического преобразования, %
<b>Кремниевые</b>	
Si (кристаллический)	24,7
Si (поликристаллический)	20,3
Si (тонкопленочная передача)	16,6
Si (тонкопленочный submodule)	10,4
<b>III-V</b>	
GaAs (кристаллический)	25,1
GaAs (тонкопленочный)	24,5
GaAs (поликристаллический)	18,2
InP (кристаллический)	21,9
<b>Тонкие пленки халькогенидов</b>	
CIGS (фотоэлемент)	19,9
CIGS (submodule)	16,6
CdTe (фотоэлемент)	16,5
<b>Аморфный/Нанокристаллический кремний</b>	
Si (аморфный)	9,5
Si (нанокристаллический)	10,1
<b>Фотохимические</b>	
На базе органических красителей	10,4
На базе органических красителей (submodule)	7,9
<b>Органические</b>	
Органический полимер	5,15
<b>Многослойные</b>	
GaInP/GaAs/Ge	32,0
GaInP/GaAs	30,3
GaAs/CIS (тонкопленочный)	25,8
a-Si/mc-Si (тонкий submodule)	11,7

Тепер можна перейти до відповіді на головне питання – співвідношення ціна/якість (продуктивність). В середньому ціна панелей на основі монокристалів вище, ніж у полікристалічних модулів. При виборі типу

сонячних панелей необхідно завжди зіставляти відповідність ефективності модуля і його ціни, а також порівнювати з аналогічним видом. Якщо різниця в ціні не перевищує 2%, то тоді варто вибрати монокристалічні панелі. В іншому випадку – не варто переплачувати і варто купити полікристалічні панелі для сонячної електростанції. Виходячи з описаного вище обираємо сонячні панелі полікристалічні ТМ ALTEK модель ALM-260P, що можна придбати по гарній ціні та в гарантійних магазинах електротехніки.

Технічні характеристики:

Виробник – АЛЬТЕК;

Модель Альм-260P;

Тип кристал – полікристал;

Номінальна потужність – 260 Вт;

Робоча напруга – 24 В;

Номінальна напруга – 30,63 В;

Номінальний струм – 8,49 А;

Напруга розімкненого ланцюга – 37,97 В;

Струм короткого замикання – 9,05 А;

Допустиме відхилення від норм – 0 ... + 3%;

Коефіцієнт втрат потужності в залежності від нагрівання – -0,34% / °С;

Тип роз'ємну – MC4;

Робоча температура – (-40 .... +80 град);

Вага – 19,6 кг;

Габарити – 1650x992x35 мм.

Інвертор в сонячної енергосистеми - це одна з найважливіших і невід'ємних складових частин системи сонячної батареї. Він призначений для трансформування постійного струму в змінний і є серцем системи забезпечення електроенергією за допомогою сонця [22].

На сьогоднішній день на вибір існують різні види перетворювачів енергії, серед яких:

					MP 5.8.14.1.355 ПЗ	Лист
Змі.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

1. Автономні інвертори - здійснюють перетворення струму по акумуляторному ланцюжку. Отримана електроенергія може використовуватися для підключення та користування побутовими приладами. Потужність даного приладу може бути від 100 до 8000 Вт.

2. Синхронні інвертори дають можливість зберігати надлишки отриманої електричної енергії, які перенаправляються в основну мережу. У разі якщо норма споживання енергії вище одержуваної від сонячних батарей, тоді пристрій візьме її з основної електричної мережі. Перевагою є можливість отримання енергії в періоди аварійних та інших відключень. А в похмуру погоду, коли продуктивність сонячної батареї знижується, прилади будуть функціонувати від стандартної мережі.

3. Багатофункціональні інвертори є найбільш ефективними приладами для використання в сонячних системах. Вони являють собою гібридний варіант з вищеописаних типів пристроїв. Однак багатофункціональні інвертори і більш дорогі.

Перетворювачі струму для сонячних батарей також можна класифікувати за формою сигналу напруги на виході. Форма сигналу напруги дуже важлива і безпосередньо впливає на застосування мережевого інвертора і його вартість.

Розрізняють інвертори з синусоїдальною, прямокутним і псевдосинусоїдальним сигналом.

Види кривої сигналів вказані на рис.19.

Інвертори з прямокутним сигналом найбільш доступні за ціною пристрою. Фахівці рекомендують використовувати їх тільки для живлення різних освітлювальних приладів. Такі інвертори не здатні захистити прилади від перепадів напруги. Крім того, більшість електричних приладів не може функціонувати від сигналу прямокутної форми.

Перетворювачі з синусоїдальним сигналом видають електричний струм відмінної якості з чистою синусоїдою.

















і галогенів, тобто він повністю безпечний з екологічної точки зору. На випадок пожежі такої кабель не випаровує токсичний дим

Обираємо з запасом, оскільки втрати дуже дорогі для сонячної системи. А ціна, в порівнянні з основним комплектом, незначна. Проводимо перевірку вибору кабелю за падінням напруги (допустима втрата напруги 2%) та зводимо її до таблиці 13.

Таблиця 17. Розрахунок падіння напруги в кабельних лініях сонячної підстанції.

Найменування лінії	Л1	Л2	Л3
Довжина, $l$ , км	0,15	0,11	0,1
Поперечний переріз, $\text{мм}^2$	6	6	6
Матеріал жил	мідь	Сu	мідь
Кількість жил, шт.	1	1	1
Кількість кабелів, $n$ , шт.	1	1	1
Напруга, В	1000	1000	1000
пост. / перем. 1ф. / перем. 3ф. Стру	пост.	пост.	пост.
$P$ , кВт	9	9	9
$r_{уд}$ , Ом/км	3,039	3,039	3,039
$x_{уд}$ , Ом/км	0,086	0,086	0,086
Поздовжня складова падіння напруги (втрата напруги), $\Delta U\%$	0,820	0,602	0,547
Допустима втрата напруги, %	2,000	2,000	2,000
Максимальна довжина кабелю при заданій допустимій втраті напруги, км	0,366	0,366	0,366

З даного розрахунку видно, що втрати напруги мережі в межах допустимих втрат, а отже кабель, що застосовується обраний вірно.

### 3 Оцінка вартості та строк окупності сонячної станції

#### 3.1 Поняття та види сонячної станції дошкільного закладу

Електрика та інші види енергії можуть бути отримані безпосередньо від сонця, навіть у хмарну погоду. Сонячна енергія використовується у всьому світі і стає все більш популярною для вироблення електроенергії, а також для опалення та опріснення води. Сонячна енергія може генеруватися двома основними способами:

Фотогальванічні (PV) або сонячні елементи – це напівпровідникові пристрої, які перетворюють сонячне світло безпосередньо в електрику. Сучасні сонячні елементи, ймовірно, являють собою зображення, яке дізнається більшість людей – вони розміщені на панелях, встановлених на полях, в будинках і в калькуляторах [10]. Вони були винайдені в 1954 році в Bell Telephone Laboratories в США.

Сьогодні сонячні фотоелектричні системи є однією з найбільш швидкозростаючих технологій використання поновлюваних джерел енергії і готові зіграти важливу роль в майбутньому глобальному виробництві електроенергії.

Сонячні фотоелектричні установки можна комбінувати для забезпечення електроенергією в промислових масштабах або розташовувати в невеликих змінах для міні-мереж або для особистого використання. Використання сонячної фотоелектричної енергії для харчування міні-мереж є ефективним способом забезпечення доступу до електроенергії людям, які не живуть поблизу ліній електропередач.

Вартість виробництва сонячних панелей різко впала за останнє десятиліття, зробивши їх не тільки доступними, а й часто найдешевшими видами електроенергії.

					<i>MP 5.8.141.355 ПЗ</i>			
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Коротя</i>				<i>Проект системи електропостачання дошкільного закладу з використанням сонячної станції</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Волохін</i>						55	83
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, ЕТмз-91с</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Никифоров</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Лебединський</i>							





використання відновлюваної енергії та на 15% скоротити споживання природного газу.

Варто зазначити, що клімат та географічне положення України сприятливі для розвитку сонячної енергетики і будівництва СЕС. Навіть північні області країни мають значний потенціал для розвитку даної галузі, який не поступається більшості європейських регіонів.

Наразі розвиток сонячної енергетики в Україні знаходиться на стадії, яку Європа пройшла 7-10 років тому. У той же час ми маємо одну з найпривабливіших інвестиційних структур в Європі для розвитку галузі. Дійсно, тут були створені сприятливі умови: наявність ресурсів і земельних ділянок, пільговий тариф, державна підтримка і цільова енергетична стратегія, мета якої – досягти 25% виробництва чистої енергії до 2035 року. В результаті інтерес до відновлюваної енергетики в Україні продовжує зростати, і, за оцінками уряду, до 2020 року загальний обсяг інвестицій в альтернативну енергетику досягне 18 мільярдів доларів США.

І хоча сектор ВДЕ все ще малий порівняно з іншими типами генерації в Україні, в той же час демонструє постійне зростання, роблячи нашу країну лідером даної галузі. З 2014-го і до кінця 2017 року обсяг ВДЕ збільшився з 967 до 1375 МВт, і до кінця 1-го кварталу 2018 року – до 1534 МВт (рис. 24). Як саме розподіляються відновлювані джерела енергії за регіонами та який вид ВДЕ переважає в тій чи іншій області можна побачити на рис. 25.

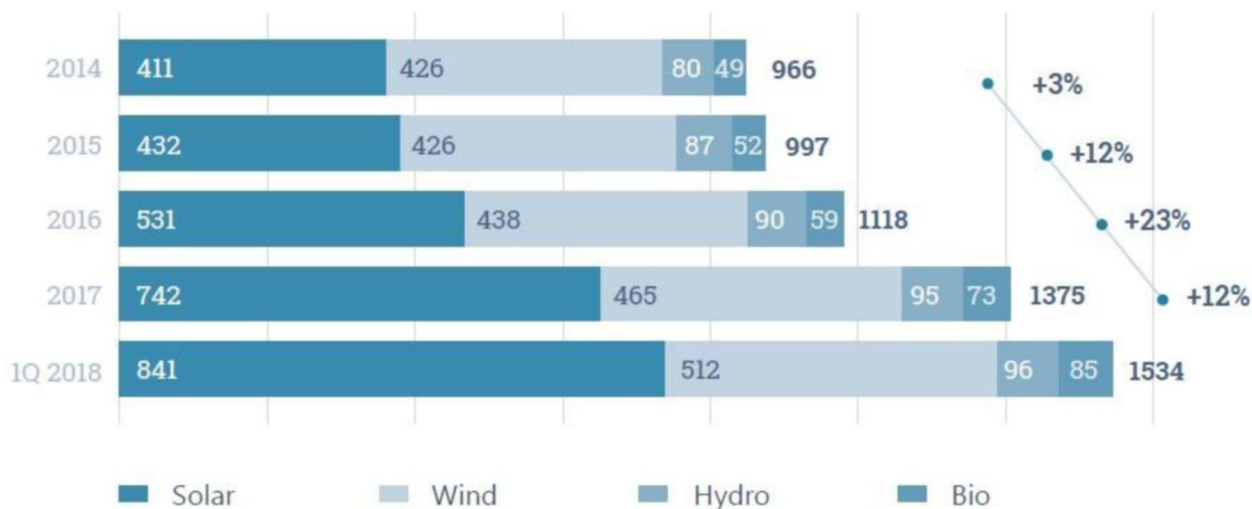


Рис. 23. Зростання ВДЕ за 2014 – I квартал 2018 рр.  
 Джерело: Renewable energy sector: Unlocking sustainable energy potential, National Investment Council of Ukraine, 2018.

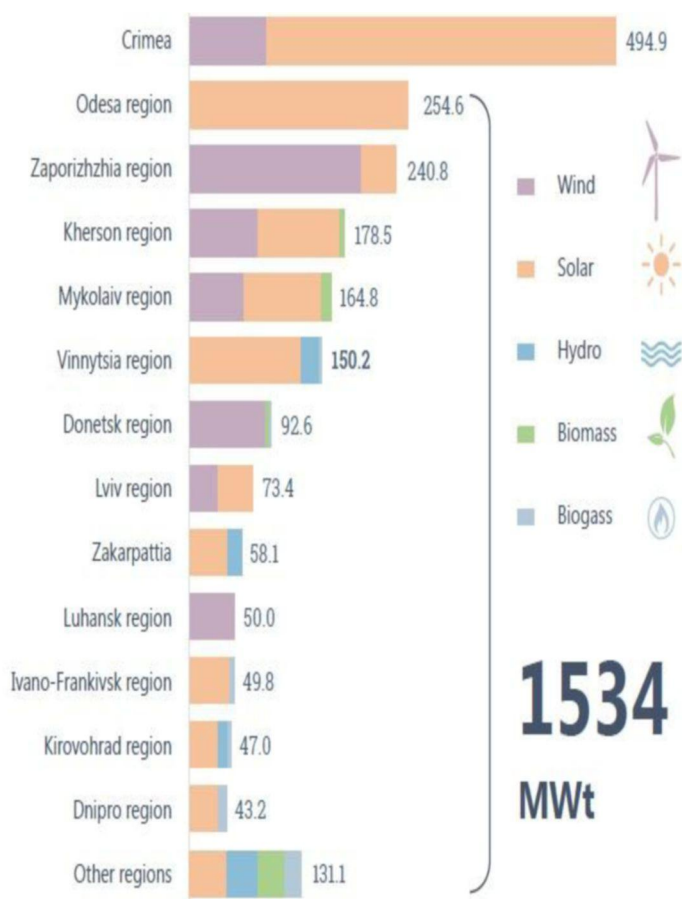


Рис. 24. Виробництво ВДЕ по регіонах станом на I квартал 2018 року.  
 Джерело: Renewable energy sector: Unlocking sustainable energy potential, National Investment Council of Ukraine, 2018.







У майбутньому для розширення перспектив сонячної енергетики Україна може перейняти вдалий досвід наших іноземних колег.

Транспортні можливості. Всі знають та навіть бачили на дорогах мегаполісів нашої країни чимало сучасних електромобілів, але мало хто знає, що в європейських країнах фотоелементи розміщуються на дахах потягів і забезпечують їх електроенергією під час роботи. У перспективі цю технологію можна застосовувати і на водних та повітряних суднах.

Термальна енергетика – спосіб перетворення енергії сонця за допомогою нагрівання води в ємностях із матеріалів, які добре проводять тепло.

Загалом, сонячна енергетика буде нарощувати потужності в Україні, тому що:

- є зацікавленість зарубіжних інвесторів;
- у країні багато регіонів, де обладнання для СЕС працює максимально ефективно;
- після разового вкладення коштів гарантовано тривале отримання прибутку.

Чому є перспективним будівництво сонячних електростанцій?

Сонячна енергетика та енергозбереження – загальносвітовий тренд [20]. 2017 рік став знаковим для сонячної фотоелектричної енергетики – у світі ввели в експлуатацію найбільше сонячних потужностей порівняно з іншими типами технологій виробництва електроенергії. На п'ять найбільших національних ринків – Китай, США, Індію, Японію і Туреччину – припадає майже 84% знову встановлених потужностей. Далі йдуть Німеччина, Австралія, Республіка Корея, Великобританія та Бразилія. За сукупною потужністю лідирують Китай, США, Японія, Німеччина, Італія та Індія (рис. 28-29).

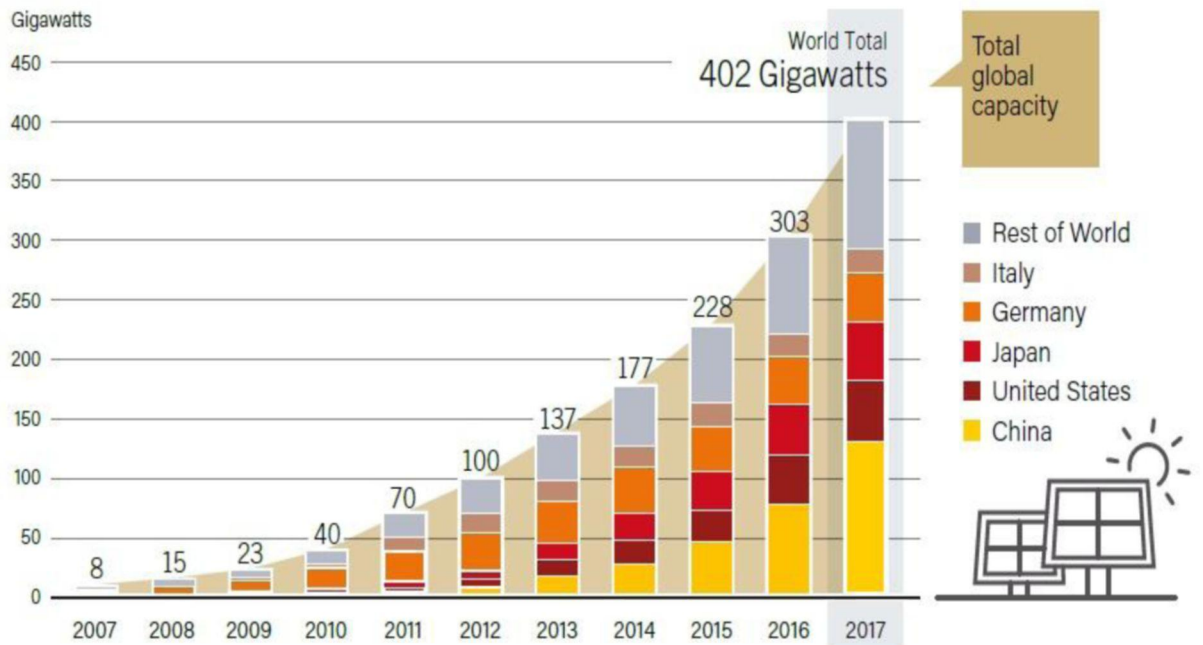


Рис. 27. Глобальна потужність сонячних фотоелектричних систем по країнам або регіонам, 2007-2017рр. Джерело: REN21, Renewables 2018, Global Status Report, 2018.

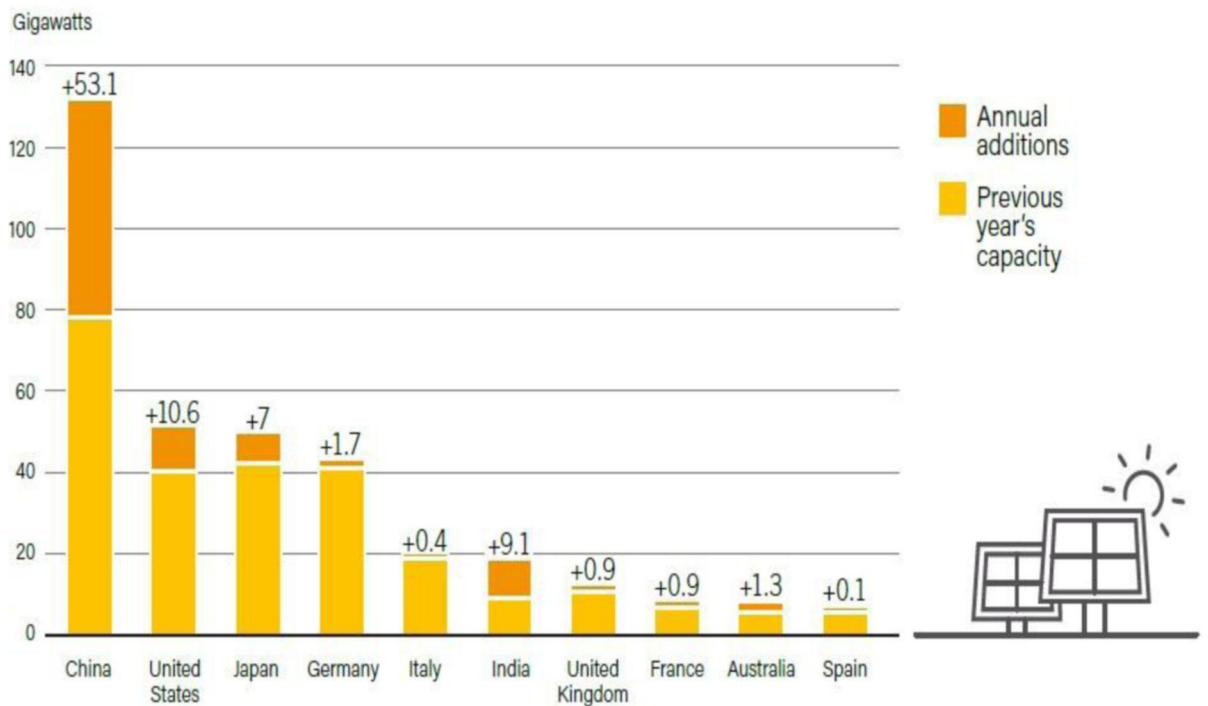


Рис. 28. ТОП-10 країн за потужностями та приростом сонячної енергії, 2017. Джерело: REN21, Renewables 2018, Global Status Report, 2018.















## 4 Охорона праці

### 4.1 Види інструктажів і порядок їх проведення

Працівники, під час прийняття на роботу та періодично, повинні проходити на підприємстві інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж з охорони праці проводиться з:

- усіма працівниками, які тільки надійшли на роботу (постійну чи тимчасову) незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією професією або посади;
- працівниками, які знаходяться у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі;
- з водіями транспортних засобів, які вперше в'їжджають на територію підприємства;
- учнями, вихованцями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики тощо.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем відповідно до наказу (розпорядження) по підприємству, який пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці. Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Програма та тривалість інструктажу затверджуються керівником підприємства [17].

Змі.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	МР 5.8.141.355 ПЗ			
Розроб.	Коротя				Проект системи електропостачання дошкільного закладу з використанням сонячної станції	Лист.	Лист	Листів
Перевірив	Волохін						70	83
Реценз.						СумДУ, ЕТмз-91с		
Н. Контр.	Никифоров							
Затвердив	Лебединський							



розвантаження, разові роботи за межами підприємства, цеху і т.п.); ліквідації аварії, стихійного лиха; проведенні робіт, на які оформляється наряд-допуск, дозвіл та інші документи; екскурсіях на підприємства.

Порядок проведення.

Навчання та інструктаж з питань охорони праці повинен проводитися з усіма працівниками в процесі їх трудової діяльності незалежно від форми власності та видів діяльності підприємства. Крім того, наказом Держнаглядохоронпраці від 23.12 1993р. №196 затверджено Перелік робіт з підвищеною небезпекою, які передбачають спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці не рідше одного разу на рік. Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, формуються плани-графіки проведення цієї роботи, з якими повинні бути ознайомлені всі працівники [18].

Перед перевіркою знань з охорони праці на підприємстві організуються заняття, лекції, семінари та консультації. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії з перевірки знань з питань охорони праці, погоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства.

У складі комісії з перевірки знань з питань охорони праці має бути не менше трьох осіб, які в установленому порядку пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання та перевірки знань з питань охорони праці, забороняється. Відповідальність за організацію навчання та перевірку знань з охорони праці на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах (цеху, дільниці, лабораторії, майстерні тощо) – на керівників цих підрозділів.

#### 4.2 Вимоги безпеки до робочих місць під час виконання робіт на висоті

Під час організації робіт на висоті слід враховувати те, що основними небезпечними виробничими факторами під час виконання цих робіт є падіння працівника або падіння предметів; супутніми можуть бути фактори: пожежна

					MP 5.8.14.1.355 ПЗ	Лист
Змі.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72



небезпека, дія електричного струму, підвищені рівні запиленості, загазованості повітря, шуму, несприятливі кліматичні умови тощо [19].

Для створення безпечних умов до та під час виконання робіт на висоті необхідно:

- забезпечити наявність, міцність і стійкість огорожень, риштувань, настилів, драбин;
- забезпечити всіх працівників необхідними засобами захисту та використовувати їх тільки за призначенням;
- застосовувати технічно справні машини та інструменти;
- забезпечити необхідну освітленість на робочих місцях;
- урахувати метеорологічні умови, а також стан здоров'я працівників, які виконують роботи на висоті.

Також слід вказати, що працівники, які виконують роботу на висоті, зобов'язані:

- знати і виконувати вимоги правил, інших нормативно-правових актів та інструкцій з охорони праці, що стосуються їх робіт чи професій;
- дбати про особисту безпеку, а також про безпеку оточуючих людей під час виконання будь-яких робіт;
- виконувати роботи із застосуванням касок, запобіжних поясів, інших засобів індивідуального та колективного захисту;
- проходити в установленому порядку медичний огляд.

Не дозволяється виконувати роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 10 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або атмосферному тумані, який затрудняє видимість в межах фронту робіт, а також у нічний час при недостатній освітленості та якщо температура повітря вище плюс 35 °С або нижче мінус 20 °С.

Під час виконання робіт на висоті для запобігання можливому падінню інструменту, матеріалів тощо слід використовувати спеціальні тримаючі сумки або пристрої для їх надійного зберігання (тримання) [7]. Оцінку важкості та

напруженості праці на висоті здійснюють на підставі обліку всіх наявних показників відповідно до вимог чинного законодавства.

Також основною з вимог є огороження, що встановлюються на робочих місцях, і проходи до них на певній висоті.

Межі небезпечних зон поблизу частин машин, що рухаються, визначаються відстанню не менше 5 м, якщо немає інших підвищених вимог у документах з експлуатації виробників.

У разі одностороннього примикання настилів (перекриття) до стін, слід огорожувати прорізи в стінах, якщо їх нижній край розташований на висоті менше 0,7 м від рівня настилу (перекриття).

Межі небезпечних зон в місцях, над якими переміщуються вантажі вантажопідіймальними кранами, а також поблизу будівель і споруд під час здійснення будівництва, монтажу (демонтажу) конструкцій і обладнання, ремонту, реконструкції, експлуатації тощо об'єктів та під час електрозварювальних робіт на висоті зазначені у ДБН А.3.2-2-2009.

Площадки та драбини мають відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.8-44:2011.

Драбини чи скоби, що використовуються для підймання або опускання працівників на робочі місця, розташовані на висоті більше 5 м, мають бути обладнані пристосуваннями для закріплення стропа запобіжного пояса (канат з уловлювачем та ін.).

Кожна драбина повинна бути міцною, надійно закріпленою і мати достатню довжину, щоб забезпечувати надійну опору для рук та ніг працівників у будь-якому робочому положенні.

Небезпечна зона навкруги щогл (веж) визначається відстанню від центра щогли (вежі), яка дорівнює 1/3 її висоти. Проходи, проїзди, переходи до робочих місць а також сходи, площадки тримають справними і чистими, а розміщені просто неба – необхідно очищати від снігу і льоду та посипати піском. Настили площадок і переходів, а також поручні до них надійно закріплюються. На період проведення ремонтних робіт замість знятих поручнів слід установлювати тимчасові справні огороження.

					<i>MP 5.8.14.1.355 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		74

Ширина проходів до робочих місць і на робочих місцях встановлюється не менша 0,6 м, а висота проходів – не менша 1,8 м.

Прорізи в перекриттях згідно ДСТУ Б В.2.8-44:2011, які призначаються для монтажу обладнання, ліфтів, сходів тощо, до яких можливий доступ людей, слід закрити суцільними настилами або обладнати огороженнями із вивішеними на них відповідними плакатами та знаками безпеки.

Кожний отвір в робочій площадці обладнується відповідними засобами для запобігання падінню людей чи предметів. На робочих місцях не допускається розміщувати та накопичувати матеріали, що не використовуються для роботи.

Матеріали, вироби, елементи конструкцій тощо під час приймання і складування на робочих місцях, що знаходяться на висоті, знаходяться у кількості, яка необхідна для поточної роботи, і складається таким чином, щоб не захащувати робочі місця і підходи до них. При цьому враховуються розрахункові значення допустимих навантажень на настили, площадки тощо. Металеві риштування, що використовуються під час виконання робіт на висоті, заземлюються.

У разі одночасного виконання робіт згідно ДСТУ Б В.2.8-44:2011 по одній вертикалі робочі місця, що розташовані нижче, обладнуються зверху відповідними захисними пристроями (настилами, сітками, козирками тощо), які встановлюються на відстані не більше 6 м по вертикалі від вищерозташованого робочого місця.

#### 4.3. Розрахунок електроосвітлення

Електричне освітлення розроблене з врахуванням норм і вимог ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» [8].

Проектом прийнята система загального рівномірного освітлення приміщень, і передбачені наступні види освітлення: робоче, аварійне та евакуаційне. Напруга мережі освітлення – 220 В. Проектом передбачаються світлові покажчики шляхів евакуації.

					MP 5.8.14.1.355 ПЗ	Лист
Змі.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

Робоче та аварійне освітлення більшості приміщень (ігрових кімнат, коридорів, їдальні, дитячих спалень) передбачається виконати світлодіодними LED світильниками 600x600 з опаловим розсіювачем, ступінь захисту IP20 потужністю не більше 40Вт та світловим потоком 3400Lm

Нормативи штучної освітленості основних приміщень наведено в додатку А.

Технічні приміщення, приміщення кухні, пральні світильниками типу ЛПП 2x36 зі ступенем захисту IP65 з використанням світлодіодних ламп. В приміщеннях санвузлів світильниками точкового типу потужністю 6Вт зі ступенем захисту IP20.

Приміщення тамбурів та над входами – світлодіодними LED світильниками потужністю 20Вт зі ступенем захисту IP65.

Розрахунок нормованого освітлення виконаний в програмі DIALUX (рис.4).

Проектом також передбачається встановлення світильників евакуаційного освітлення з акумуляторною батареєю, що дасть змогу підтримувати його роботу протягом 6 годин в період евакуації.

У прохідних коридорах та тамбурах для керування освітленням проектом встановлені датчики руху для економії електроенергії. У всіх інших приміщеннях керування освітленням виконується шляхом встановлення вимикачів біля входу в приміщення.

Керування зовнішнім освітленням виконується через контактор, шляхом встановлення в коло керування датчика вуличного освітлення.

Евакуаційне освітлення керується наступним чином: у разі зникнення напруги в мережі евакуаційного освітлення світильник вмикається.

Електроосвітлювальна комутаційна арматура прийнята з врахуванням оточуючого середовища та класу приміщень відповідно до ПУЕ.

Проектом передбачається захист мережі електроосвітлення від перевантаження і струмів короткого замикання, який здійснюється

автоматичними вимикачами з відповідним розрахунковим струмом за навантаженням.

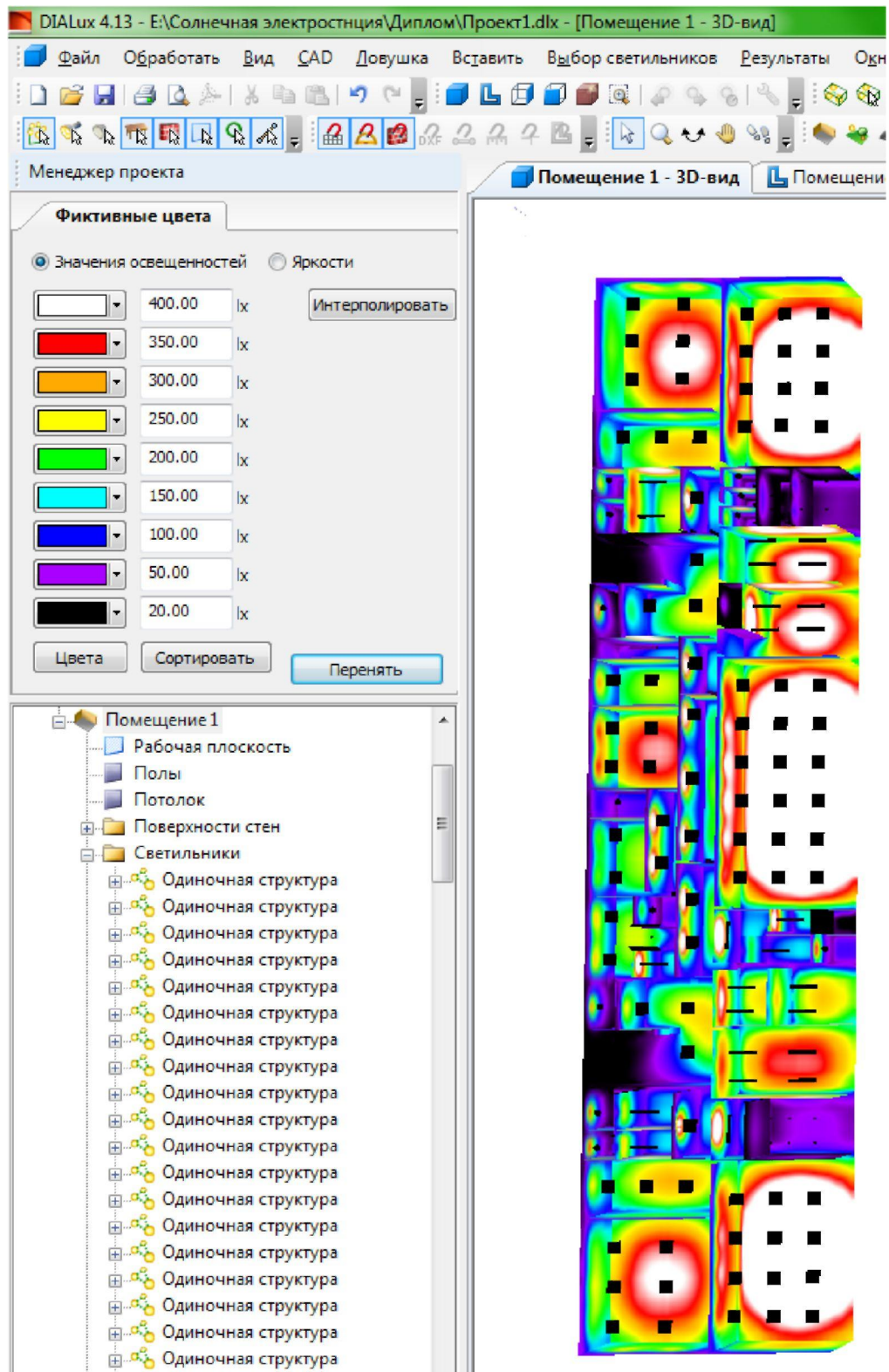


Рис. 30 Розрахунок нормованого освітлення виконаний в програмі DIALUX

Змі.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

MP 5.8.14.1.355 ПЗ

Лист

77

## Висновки

В даній роботі розглянуто систему електропостачання дошкільного закладу з використанням сонячної енергії.

Підбиваючи підсумки, варто зазначити, що в нашому випадку сонячна електростанція може бути як вирішенням проблеми подачі електроенергії, так і вигідною інвестицією, котра зможе себе окупити за лічені роки та принести доволі непоганий стабільний прибуток протягом року.

Сонячні батареї, розташовані на даху будівлі генерують електричну енергію, інвертор відбирає цю енергію від панелей у вигляді постійного струму і перетворює його в змінний.

Переваги при використанні сонячних електростанцій для живлення дошкільного закладу:

1. Для міста Суми система електростанції є ефективною.
2. Конструкція є відносно не дорогою і надійною за рахунок вибору запропонованих елементів і дозволяє за допомогою певного алгоритму досить точно орієнтувати панелі на сонці по двох осях – по куту місця і азимуту.
3. Швидка установка фотоелектричних батарей і монтаж батарей на будинку. Проста установка і монтаж всієї енергосистеми. Все необхідне обладнання системи енергопостачання поставляється в комплекті.
4. Система має модульну конструкцію, в будь-який час можна збільшити енергосистему за розміром і потужністю.
5. Не має потреби використання будь-яких видів палива.
6. У складі електростанції відсутні рухомі частини, які шумлять і зношуються. Немає необхідності в проведенні трудомісткого технічного обслуговування для підтримки сонячної електростанції в працездатному стані.

Слід вказати, що однією з найважливіших причин розробки та реалізації проекту є той факт, що вартість сонячних електростанцій постійно зменшується, зниження термінів окупності подібних проектів також зменшується, а тому тема даного проекту є актуальною та потребує реалізацій.

					MP 5.8.14.1.355 ПЗ	Лист
Змі.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		78

## Додаток А

### Нормативи штучної освітленості основних приміщень

Найменування приміщень	Освітленість не менше (лк)	Горизонтальні поверхні, де замірюються рівні освітленості
Приймальня, роздягальня	200	На підлозі
Групові, ігрові, кімнати для використання комп'ютерної техніки, ігротека	300	На підлозі
Спальня	150	На підлозі
Зали для музичних та фізкультурних занять, кімнати для використання технічних засобів навчання	400	На підлозі
Зал басейну	150	На поверхні води
Туалетна	75	На підлозі
Буфетна	200	0,8 м над підлогою
Медичний кабінет, кабінет лікаря	300	0,8 м над підлогою
Ізолятор	200	На підлозі

## Додаток Б

### Відстеження точки максимальної потужності

Відстеження точки максимальної потужності (ВТМП) – спосіб використовується для отримання максимальної можливої потужності на виході фотомодулів, електричних генераторів вітроустановок, електричних генераторів зі змінною швидкістю обертання і крутний момент, електродвигунів, що працюють в режимі рекуперативного гальмування. Для ВТМП використовуються цифрові пристрої, що аналізують вольт-амперну характеристику для визначення оптимального режиму роботи фотомодуля (або іншого джерела струму). Метою пристроїв є відстеження точки максимальної потужності – виміряти вихідні характеристики фотоелемента і застосувати відповідне навантаження для отримання максимальної потужності в будь-яких умовах навколишнього середовища. Подібні пристрої зазвичай інтегрується в перетворювачі електричної енергії, які забезпечують перетворення струму або напруги, фільтрацію і управління різних навантажень, в тому числі електричних мереж, акумуляторних батарей або двигунів.

Фотомодулі мають складний взаємозв'язок між умовами навколишнього середовища і максимальною виробленою потужністю. Коефіцієнт заповнення ( $K_{ЗАП}$ ) – це параметр, що визначає нелінійність фотоелемента. Коефіцієнт заповнення визначається як відношення максимальної потужності фотомодуля до добутку напруги холостого ходу  $U_{xx}$  і струму короткого замикання  $I_{кз}$ . У довідкових даних він часто використовується для визначення максимальної потужності, яку фотоелемент може забезпечити з оптимальним навантаженням при заданих умовах:  $P = K_{ЗАП} \cdot U_{xx} \cdot I_{кз}$ . Для більшості цілей знання  $K_{ЗАП}$ ,  $U_{xx}$  і  $I_{кз}$  достатньо, щоб дати корисну наближену модель електричної поведінки фотоелемента в типових умовах.

Для будь-яких заданих умов експлуатації фотоелементи мають одну робочу точку в якій миттєві значення струму ( $I$ ) і напруги ( $U$ ) фотоелемента визначають миттєву потужність в робочій точці. Згідно із законом Ома, ці значення відповідають конкретному опору навантаження, який еквівалентний

						<i>MP 5.8.14.1.355 ПЗ</i>	Лист
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			80



У/Л. Потужність  $P$  визначається по формулі  $P = U \cdot I$ . На корисній ділянці вольт-амперної характеристики фотоелемент діє як джерело постійного струму [12]. У області максимальної потужності ВАХ фотоелемента має зворотну експоненціальну залежність між струмом і напругою. З теоретичних основ електротехніки, потужність пристрою оптимізована в місці, де похідна функції (графічно – нахил)  $dI/dU$  ВАХ рівна і протилежна до відношення  $I/U$  (де  $dP/dV = 0$ )[13]. Це місце на вольт-амперній характеристиці називається точкою максимальної потужності і відповідає вигину кривої.

					<i>MP 5.8.14.1.355 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змі.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>81</i>

## Список використаних джерел

1. Методичні вказівки до оформлення дипломних робіт / Укладачі: М.А. Никифоров, І.Л. Лебединський.– Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 74 с.
2. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення (укр)
3. ПУЕ-2017. Правила улаштування електроустановок. – Київ: Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.
4. Василега П.О. Електропостачання : Навчальний посібник. – Суми: «Університетська книга», 2008.
5. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. – Вінниця, 2005. – 148 с.
6. Санітарний регламент для дошкільних навчальних закладів (Наказ Міністерства охорони здоров'я України 24.03.2016 № 234).
7. НПАОП 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті.
8. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
9. ДСТУ 4743: 2007 Проводи самонесучі ізольовані і захищені для повітряних ліній електропередачі. Загальні технічні умови .
10. С.О. Кудря "Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії"– К.: НТУУ "КПІ", 2012. – 492 с.
11. Шіняков Ю.А., Шуригін Ю.А., Аркатова О.Е. Підвищення енергетичної ефективності автономних фотоелектричних енергетичних установок // Електроніка, Вимірювальна Техніка, Радіотехніка та зв'язок. Доскарби ТУСУРа, № 2 (22), частина 2, грудень 2010 - С. 102.
12. Ерохов В.Ю. Поверхнева функціональна мультитекстура для фотоелектричних перетворювачів сонячної енергії // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Научный журнал. – Харьков: Технологический центр, 2009. – № 3/7 (39).

