

ЗМІСТ

ВСТУП

1. СУЧАСНІ ЗАСОБИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

1.1 Фотоелектричні елементи

1.1.1 Технологія виробництва фотоелементів

1.1.2 Застосування фотомодулів

1.2 Різновиди фотоелектричних систем електропостачання

1.2.1 Автономні фотоелектричні енергосистеми

Висновок за розділом 1

2. РОЗРАХУНОК ЕНЕРГІЇ, НЕОБХІДНОЇ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ КОМПАНІЇ “АНТАЛ”

2.1 Характеристика автозаправних станцій компанії “Антал”

2.2 Існуюча схема електропостачання автозаправної станції

2.3 Визначення електричної енергії, необхідної для автономного електрозабезпечення автозаправних станцій

2.4 Оцінка сонячного потенціалу на території м. Жовті Води

2.5 Розрахунок технічних параметрів сонячної електростанції АЗС з автономним електропостачанням

2.5.1 Вибір кута установки сонячних панелей для автономного забезпечення АЗС

2.5.2 Визначення кількості сонячної енергії, яка припадає на похилу поверхню

2.5.3. Вибір інвертора для фотоелектростанції

2.5.4. Визначення необхідної ємності акумуляторних батарей та їх кількості

2.6. Розрахунок кількості та площі сонячних панелей

Висновок за розділом 2

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Висновок за розділом 3

4. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЕННЯ АЗС НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

4.1 Розрахунок капітальних інвестицій

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

4.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

4.2.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати

4.2.3 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і
поточний ремонт

4.3 Визначення річної економії від впровадження системи
енергопостачання АЗС

4.4 Розрахунок економічної ефективності та терміну окупності

Висновок за розділом 4

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи складається з:

__ стор., __ табл., __ рисунків., __ літературних джерел.

Тема роботи: Забезпечення енергетичних потреб автозаправних станцій компанії «Антал» у місті Жовті Води за рахунок використання сонячної енергії.

У першому розділі проведено огляд літературних джерел про сонячні панелі.

У другому розділі проведено аналіз споживання електроенергії автозаправної станції. Приведені дані про електропостачання об'єкту. Проведено аналіз сонячної інсоляції на горизонтальну та похилу поверхню, визначено необхідний кут установки сонячних панелей та розрахована сонячна електростанція для енергетичних потреб автозаправки.

У третьому розділі виконано дослідження та порівняно різні типи сонячних панелей за їх ефективністю.

У техніко-економічному обґрунтуванні, проведені розрахунки електроенергії, що буде генеруватися електростанцією, визначено строк окупності та коефіцієнта економічної ефективності.

Наукова новизна роботи полягає у аналізі ефективності використання різних типів панелей з метою автономного енергозабезпечення

Ключові слова: СОНЯЧНА ПАНЕЛЬ, АВТОЗАПРАВНА СТАНЦІЯ, ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ, СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ.

ABSTRACT

The explanatory note of the master's dissertation consists of: ___ pages, ___ tables, ___ drawings., ___ literary sources.

Theme of the dissertation: Ensuring the energy needs of Antal filling stations in the city of Zhovti Vody due to the use of solar energy.

The first section reviews the literature on solar panels.

The second section analyzes the electricity consumption of the gas station. Data is given on the electrical loading of an object. The analysis of solar insolation on the horizontal and inclined surfaces, the required angle of installation of solar panels and the solar power station for the energy needs of the station are determined.

In the third section, research is conducted and comparatively different types of solar panels for their effectiveness.

In the technical and economic calculations of the electric power generated by the power plant, the payback period and the coefficient of economic efficiency are determined.

The scientific novelty of the work is to analyze the efficiency of using different types of panels for the purpose of autonomous power supply

Keywords: SOLAR PANEL, AUTOSPARING STATION, ELECTRICITY, SOLAR ENERGY.

ВСТУП

Актуальність теми. В наш час активно впроваджуються нові екологічно чисті джерела енергії. Вже сьогодні можна сказати, що сонячна енергія є серйозною альтернативою традиційній енергетиці. Потрібно відзначити, що діючі в Україні ціни на традиційне паливо й енергію не вміщують реальні витрати на їх виробництво та не враховують екологічної «вартості» енергії.

Оцінки прямих соціальних витрат, зв'язаних зі шкідливим впливом електростанцій, включаючи хвороби і зниження тривалості життя людей, оплату медичного обслуговування, втрати на виробництві, зниження врожаю, відновлення лісів і ремонт будинків у результаті забруднення повітря, води і ґрунту дають величину, що додає близько 75 % світових цін на паливо й енергію. Тому, якщо врахувати ці приховані зараз витрати в тарифах на енергію, то більшість нових технологій у сфері сонячної енергетики стає цілком конкурентноспроможними з існуючими технологіями.

Об'єкт дослідження – процеси генерації та споживання електричної енергії.

Предмет дослідження – фотоелектричні станції.

Мета дослідження. Метою дослідження є обґрунтування використання різних типів сонячних панелей.

Основні задачі дослідження:

- забезпечення автономного електропостачання автозаправної станції компанії «Антал» в місті Жовті Води;
- розрахувати сонячну електростанцію;
- виконати порівняння та оцінити декілька варіантів використання сонячних панелей;
- виконати техніко-економічні розрахунки.

Наукова новизна роботи полягає у аналізі ефективності використання різних типів панелей з метою автономного енергозабезпечення

Практична цінність роботи полягає в розробці рекомендацій щодо використання СЕС для енергопостачання типових автозаправних станцій.

Економічний ефект полягає в можливості зменшення витрат на оплату електричної енергії з мережі за рахунок енергії, виробленої СЕС.

Соціальний ефект – використання сонячних електростанцій дозволяє покращити екологічний стан та забезпечити автономне енергопостачання.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ЗАСОБИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Автономні об'єкти часто грають настільки важливу роль в різних галузях і сферах життя суспільства (на транспорті, наприклад, в метеорології, у військовій справі і т.п.), що їх енергопостачання не можна переривати ні на хвилину. Щоб забезпечити таку безперервність в умовах реальних обмежень на запаси палива, наявні в розпорядженні того чи іншого автономного об'єкта, доцільно використовувати поновлювані джерела енергії (ВДЕ), які є завжди і всюди.

Типова схема енергозабезпечення об'єкту представлена на рисунку 1.1



Рисунок 1.1 – Типова схема енергозабезпечення за допомогою сонячної енергії

1.1 Фотоелектричні елементи

Існуючі на сьогоднішній день проблеми, пов'язані з виробництвом електроенергії, дали поштовх для пошуку нових поновлюваних і екологічно чистих джерел енергії. Одним з таких джерел є Сонце.

Величезний потенціал сонячної енергії, що надходить на поверхню Землі, дає можливість застосовувати незалежні джерела електроенергії, які засновані на фотоелектричних перетворювачів.

Фотоелектричні перетворювачі - це напівпровідникові вироби, які перетворює сонячне випромінювання в електричний струм. Сонячні перетворювачі мають ряд переваг:

- невичерпність і доступність джерела енергії;
- екологічність;
- безшумна робота;
- можливість нарощування кількості панелей;
- тенденція до падіння цін на панелі.

Для генерації електричної енергії застосовують панелі різного складу і пристрої:

- на основі кремнію (моно-, полікристалічні, аморфні);
- тонкоплівкові (телурид кадмію - CdTe, мідь-індій (галій) – селен Cu (InGa)Se₂ і т.д.).

Сонячні батареї (СБ) на основі кремнію становлять на сьогоднішній день близько 85% усіх випущених сонячних панелей [12].

Розрізняють два основні типи кремнієвих СБ – на основі монокристалічного кремнію і на основі полікристалічного. Ефективність СБ виготовлених з монокристалічного кремнію становить зазвичай 19-22%, однак для роботи панель повинна завжди бути розгорнута до сонця, інакше енерговіддача різко знижується. У другому випадку для

виробництва СБ використовується дешевший кремній, вироблений за методом спрямованої кристалізації в тиглі. Такий метод викликає погіршення кристалічної структури (дефекти), що призводить до зниження ефективності - типові значення ефективності СБ з полікристала становлять 14-18% (рисунок 1.2).

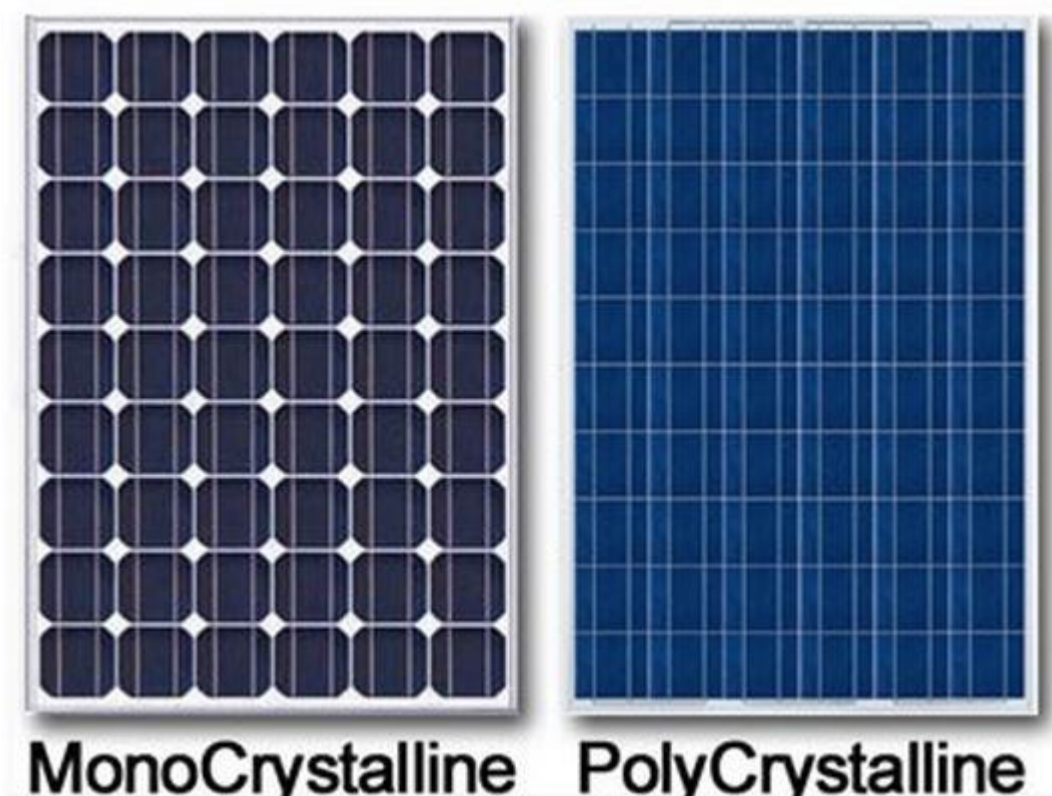


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд панелей з моно- та полікристалу

Аморфні елементи являють собою дуже тонкі шари кремнію, які отримують напыленням матеріалу в вакуумі. Основою стає фольга з високоякісного металу, пластик або скло. ККД таких пристроїв невеликий і становить лише 6%. Особливістю такого виду панелей є те, що відбувається істотне підвищення ефективності пристроїв в похмуру погоду і при розсіяному світлі за рахунок хаотично орієнтованих світлочувливих осередків. Основним недоліком СП на основі кристалічного кремнію є їх висока вартість, так як 50% від загальної вартості даних елементів складає вартість Si-підкладки.

Панелі на основі тонкоплівкової технології відрізняються найменшою вартістю завдяки відносно простий і недорогий технології виробництва (рисунок 1.3). Однак ККД фотоелементів такого типу знаходиться в межах 6-8%, що тягне за собою збільшення площі панелей для досягнення необхідної потужності. Тонкоплівкові панелі мають і ряд переваг, наприклад, отримані фотоелементи - гнучкі, що добре позначається на експлуатаційні характеристики; технологія виробництва дозволяє отримувати цільні панелі великої площі.

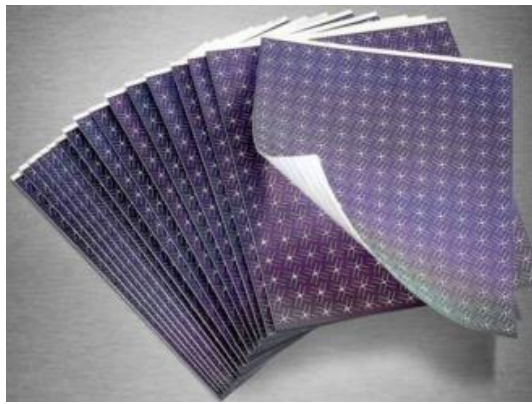


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд тонкоплівкової панелі

1.1.1 Технологія виробництва фотоелементів

Сучасне виробництво фотоелементів практично повністю засноване на кремнії. Близько 80% всіх модулів виробляється з використанням полі- або монокристалічного кремнію, а решта 20% використовують аморфний кремній. Монокристалічний кремній має найкращу ефективність, але він дорожче, ніж полікристалічний.

Аморфний кремній широко застосовується в невеликих приладах, таких як годинник і калькулятори, але його ефективність і довгострокова стабільність значно нижче, тому він рідко застосовується в силових установках.

Фотоелементи виготовляються з неоднорідних напівпровідникових матеріалів, основним з яких на сьогоднішній день є кремній. Фотоелементи виробляються з надчистого кремнію, змішаного в точній пропорції з деякими іншими речовинами. Надчиста кремнієва підкладка, з якої роблять фотоелементи, коштує дуже дорого. Кількості надчистого кремнію, необхідного для виготовлення одного фотоелектричного модуля потужністю 50 Вт, було б достатньо для інтегральних схем приблизно двох тисяч комп'ютерів. Крім того, в фотоелементах присутні алюміній, скло і пластмаса - недорогі і багаторазово використовувані матеріали.

1.1.2 Застосування фотомодулів

Сонячні фотоелементи є цілком реальною технічно і економічно вигідною альтернативою викопному паливу в ряді застосувань. Сонячний елемент може безпосередньо перетворювати сонячне випромінювання в електрику без застосування будь-яких рухомих механізмів. Завдяки цьому, термін служби сонячних генераторів досить тривалий. Фотоелектричні установки качають воду, забезпечують нічне освітлення, заряджають акумулятори, подають електрику в загальну енергосистему і т. Д. Вони працюють в будь-яку погоду. При мінливій хмарності вони досягають 80% своєї потенційної продуктивності; в туманну погоду - близько 50%, і навіть при суцільній хмарності вони виробляють до 30% енергії.

У наш час можна знайти не тільки фотоелектричні панелі. Різні фірми пропонують фотоелементи у вигляді легких, еластичних і міцних покрівельних плит, а також не несучих для фасадних робіт. Ці новинки роблять фотоелементи економічно привабливими, якщо вони входять до складу будівельних матеріалів. У віддалених районах фотоелектричні установки є найбільш рентабельним, надійним і довговічним джерелом енергії. У деяких регіонах фотоелементи підвищують конкурентоспроможність систем, підключених до електромережі.

Однак головне - що і у віддалених, і в приєднаних до електромереж місцевостях фотоелектричні системи виробляють чисту енергію, отримання якої не супроводжується забрудненням навколишнього середовища, на відміну від звичних електростанцій.

1.2 Різновиди фотоелектричних енергосистем електропостачання

1. Автономна фотоелектрична система повністю незалежна від мереж централізованого електропостачання. За винятком деяких спеціальних застосувань, в яких енергія від сонячних батарей безпосередньо використовується споживачами (наприклад, водопідіймальні установки, сонячна вентиляція і т.п.), всі автономні системи повинні мати в своєму складі акумуляторні батареї. Енергія від акумуляторів використовується під час недостатнього приходу сонячної радіації або коли навантаження перевищує генерацію сонячних батарей.

2. З накопичувачем поєднана з мережею фотоелектрична система схожа на автономну систему. У ній також використовуються акумуляторні батареї, але така система одночасно підключена до мереж централізованого електропостачання. Тому надлишки генеруються сонячними батареями можуть направлятися в навантаження або мережу (для цього необхідні спеціальні інвертори, які можуть працювати паралельно з мережею, їх часто називають "гібридними"). Якщо споживання перевищує генерацію електрики сонячними батареями, то відсутня енергія береться від мережі. Деякі моделі таких інверторів із зарядними пристроями можуть давати пріоритет для заряду акумуляторів від джерела постійного струму (наприклад, сонячного контролера), тим самим знижуючи споживання енергії від мережі для заряду акумуляторів.

3. Без накопичувача поєднана з мережею фотоелектрична система.

Є найпростішою з усіх систем. Вона складається з сонячних батарей і спеціального інвертора, підключеного до мережі. У такій системі немає акумуляторів, тому вони не можуть використовуватися в якості резервних систем. Це може бути обмеженням такої системи, але основне її перевага - висока ефективність, низька ціна (за рахунок відсутності акумуляторів і менш дорогого мережевого інвертора) і висока надійність.

1.2.1 Автономні фотоелектричні енергосистеми

Можливе створення автономної системи електропостачання на сонячних батареях різної складності. Найбільш проста система має на виході низьку напругу постійного струму (зазвичай 12 або 24В).

Такі системи застосовуються для забезпечення роботи освітлення і невеликого навантаження постійного струму в будинку - радіо, телевізор, ноутбук, магнітофон і т.п.

Можна використовувати різні автомобільні аксесуари, аж до холодильників. Слід зазначити, що при цьому необхідна прокладка окремої проводки постійного струму зі спеціальними розетками та вилками, які виключають неправильну полярність підключення.

При підключенні світильників з лампами постійного струму необхідно також дотримуватись полярності і стежити за тим, щоб при заміні ламп вони мали таку ж полярність підключення, як і ті, які використовувалися раніше. В іншому випадку можливий вихід з ладу споживачів.

Висновки по розділу 1 :

В першому розділі було оглянуто можливість використання сонячної енергії та подальше її трансформування в електричну, що свою чергу, буде покращувати та збільшувати ефект енергозбереження та сприяє зменшення

затрат на енергопаливні ресурси, які в наших умовах є одним із головних пріоритетів у розвитку енергетики в Україні.

Застосування фотомодулів, для автономного енергозабезпечення, дозволяє споживачу енергії бути незалежним від центральної енергетичної мережі. Особливістю при проектуванні автономних установок є прогнозування як споживання енергії навантаженням, так і надходження сонячної енергії в місці стояння установки. При цьому важливо розрахувати, як профіль надходження, так і профіль споживання енергії.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ЕНЕРГІЇ, НЕОБХІДНОЇ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ КОМПАНІЇ “АНТАЛ”

2.1 Характеристика АЗС компанії “Антал”

Автозаправна станція (АЗС) компанії “Антал” розташована за адресою: Дніпропетровська обл., м. Жовті Води, вул. Петровського, 43а, рисунок 2.1.

Площа території в умовних межах становить 3663 м². Дана АЗС відноситься до стаціонарного типу відповідно до НПБ 111-98 * [9]. Комплекс АЗС призначений для зберігання та відпуску чотирьох видів палива: бензини марок «А-95», «А-92», «А-98», газ; організації платної заправки автомобілів паливом.

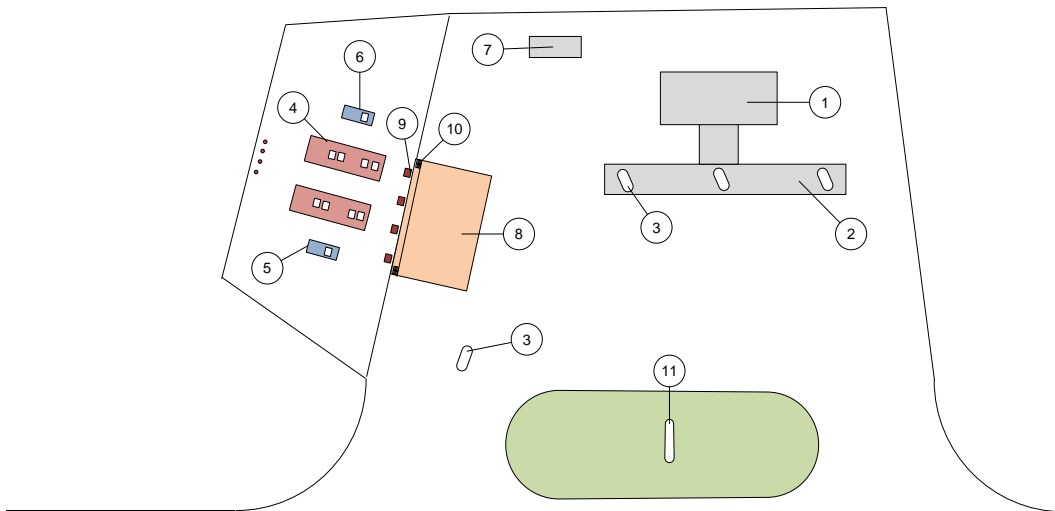


Рисунок 2.1 – Схема автозаправної станції

- 1 - операційна; 2 - навіс; 3 - ТРК; 4 - резервуари з паливом;
 5 - аварійний резервуар; 6 - резервуар для збору зливових вод;
 7 – суспіл. туалет; 8 - майданчик для зливу палива;
 9 - люки технологічних відсіків; 10 - колодязі зливових стоків;
 11 - рекламний щит.

Територія АЗС ділиться функціонально на під'їзну зону, зону АЗС. В межах під'їзної зони, розміщуються, інформаційні та рекламні щити.

Зона АЗС ділиться на:

- «складську» (де розміщуються резервуари з паливом і приямок для зливу палива в резервуари);
- «очисних споруд» - колодязі виробничо-зливових стоків і обладнання для збору і передачі стоків;
- «заправних острівців» - паливо-роздавальні колонки, майданчик підпору транспортних засобів (зона очікування автомобілів для заправки);
- «виробничу частину», на якій розміщується приміщення оператора.

Операційна розташована в одноповерховому цегляному будинку III ступеня вогнестійкості. Будівля електрифікована, опалення центральне водяне. Стіни, перегородки цегляні, перекриття залізобетонні, покрівля

горищні. Розміри будівлі в плані 7×10 м, одноповерхова, висота приміщень 2,6 м. Несучі конструкції будівлі встановлені і кріпляться на монолітну фундаментну плиту, відповідно до паспорта заводу виробника. Перегородки з гіпсокартонних листів в 2 шари по металевому каркасу. Покрівля з лінокрома, утеплювач - теплоізоляційний матеріал «УРСА». У будівлі операторної розташовані приміщення:

- робоче приміщення оператора АЗС;
- кімната відпочинку персоналу;
- кімната старшого оператора;
- електрощитова;
- санвузол персоналу;
- підсобне приміщення;
- приміщення електрослюсаря.

З будівлі є 2 евакуаційних виходи. Змонтована автоматична установка пожежної сигналізації та система оповіщення людей про пожежу.

ТРК для заправки легкових і вантажних автомобілів. ТРК розташовуються на острівцях, які підносяться над проїзною частиною на 2000 мм і обгороджені спеціальними пристроями, що запобігають їх пошкодження при випадковому наїзді автотранспорту. Кількість ТРК - 4 шт. Управління ТРК дистанційне з операторної. ТРК захищені від сонячного випромінювання, опадів навесом розмірами в плані 10×23 м, висотою 4,9 м від рівня землі.

Резервуарний парк має в своєму складі 4 резервуара:

- 2 паливних резервуара;
- 1 ємність для аварійного протоки палива;
- 1 ємність для стічних вод.

Резервуари підземні двостінні горизонтальні, двокамерні об'ємом 50 (20 + 30) м³. Міжстінний простір заповнений інертним газом - азотом для

контролю герметичності резервуара. Кожен резервуар має чотири технологічних відсіку - два приладових і два для огляду. Технологічні відсіки підносяться на рівнем землі на 200 мм і закриті відкидними кришками для запобігання потрапляння атмосферних опадів.

Резервуар для збору аварійного потоку палива і стічних вод. Резервуар сталевий горизонтальний однозмісний підземний $V=10\text{м}^3$.

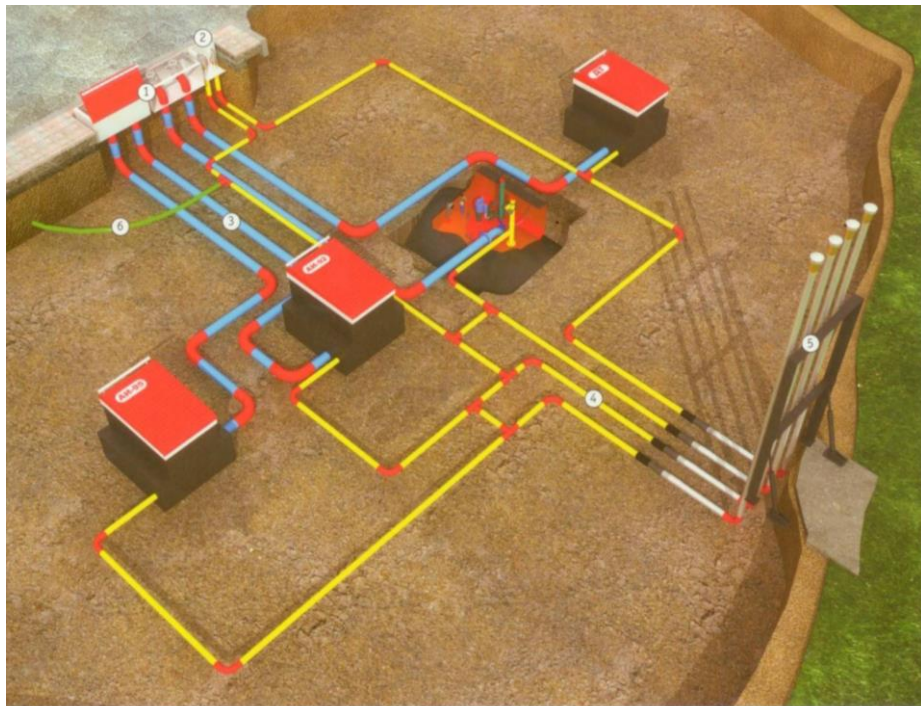


Рисунок 2.2 - Технологічна схема розв'язки ліній наповнення і рециркуляції парів:

1-технологічний відсік вузла зливу; 2-технологічний відсік вузла рециркуляції;
3-трубопровід лінії зливу; 4-газопровід деаерації; 5-стійка деаерації; 6-трубопровід паровозврата ТРК.

Відстань від АЗС до меж житлової забудови становить понад 200 м. Дороги, проїзди і майданчики мають асфальтобетонне, цементно-бетонне покриття. Вертикальне планування вирішує відведення поверхневих вод

системою відкритих та закритих зливостоків і забезпечує сприятливі умови для руху транспорту і пішоходів.

Таким чином, АЗС є вибухо-пожежонебезпечним об'єктом, так як на ній здійснюються технологічні процеси за участю горючих рідин які можуть утворити вибухонебезпечну концентрацію при нормальній роботі.

Відстань від АЗС до меж житлової забудови становить понад 200 м. Дороги, проїзди і майданчики мають асфальтобетонне, цементно-бетонне покриття. Вертикальне планування вирішує відведення поверхневих вод системою відкритих та закритих зливостоків і забезпечує сприятливі умови для руху транспорту і пішоходів.

Таким чином, АЗС є вибухо-пожежонебезпечних об'єктом, так як на ній здійснюються технологічні процеси за участю горючих рідин які можуть утворити вибухонебезпечну концентрацію при нормальній роботі.

2.2 Існуюча схема електропостачання автозаправної станції

Зовнішнє електропостачання автоматичної АЗС у відповідність з актом розмежування балансової належності здійснюється від трансформаторної підстанції ТП-2143.

Зовнішнє електроспоживання зстаріло и потребує реконструкція ААЗС (45кВт, 50,4кВА, III категорія).

Для живлення АЗС використовується РУ - 0,4 кВ; від ТП до кабельного кіоску АЗС-43.

Від КК до ААЗС прокладкою кабелю поступає напруга мережі 220 / 380В з глухозаземленою нейтраллю від живлючих трансформаторів.

Схема представлена на рисунку 2.3.

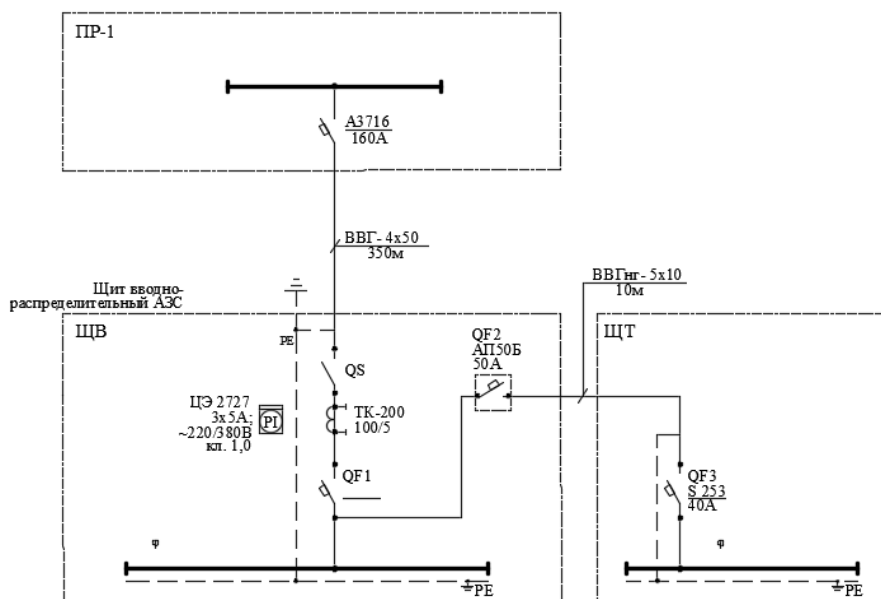


Рисунок 2.3 – Схема живлення АЗС

2.3 Визначення електричної енергії, необхідної для автономного електрозабезпечення автозаправних станцій

Під електричним навантаженням розуміється величина потужності, споживаної окремими приймачами електроенергії або їх групами. При проектуванні електропостачання будь-якого об'єкта, в тому числі і дачного селища, головне правильно визначити електричні навантаження, які є основою для вибору всіх елементів системи і в першу чергу енергоджерела. Від правильного прогнозування навантажень (визначення розрахункових навантажень) залежать капіталовкладення в систему електропостачання, експлуатаційні витрати, стабільність і надійність роботи споживачів.

Під розрахункової розуміють тривалу незмінну навантаження, еквівалентну навантаженню, що змінюється при найбільш важкому режимі роботи. Існує кілька способів визначення розрахункового навантаження, в більшості з яких в якості основного параметра використовується поняття

встановленої (номінальної) потужності обладнання, скоригованої відповідним чином.

Таблиця електричних навантажень АЗС представлена в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Електричні навантаження приймачів

Найменування електроприймача	Установ. потуж. кВт, P _y
1. Технологічне обладнання (насоси, датчики, електроніка)	7,5
2. Освітлення	1
3. Водонагрівачі, конвектори, теплова завіса, опалення підлоги	10
4. Вентилятор, стиснене повітря, кондиціонер	4,4
5. Пожежна сигналізація	1,0
6. Штепсельні розетки	5,0
7. Комп'ютери	1,2
Всього:	30,1

2.3.1 Час роботи електроприладів та кількість необхідної енергії за місяць

Час роботи електроприладів протягом року, представлено в (табл. 2.2). Слід врахувати, що для різних електроприладів вказані різні часові режими експлуатації.

Таблиця 2.2 – Час роботи електрообладнання

Електроприбор	Середній час роботи за добу
1	3
Технологічне обладнання: (насоси, датчики, електроніка)	6 годин
Освітлення: робоче	24 год

аварійне зовнішнє взимку зовнішнє влітку	10 хвилин 12 год 8 год
3. Водонагрівачі, конвектори, теплова завіса, опалення підлоги	5 годин
5. Пожежна сигналізація	2 хв.
6. Штепсельні розетки (потужність від них)	1 год
Комп'ютери	24 год

Кількість сумарної споживаної енергії для кожного місяця протягом року представлено в (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Кількість сумарної споживаної енергії

Місяць	Кількість сумарної споживаної енергії, кВт*год
Січень	608
Лютий	648

Березень	665
Квітень	626
Травень	654,5
Червень	686
Липень	696,5
Серпень	724,5
Вересень	702
Жовтень	665
Листопад	668,5
Грудень	619,5
Всього	7965

2.4 Оцінка сонячного потенціалу на території м. Жовті Води

Ефективність практичного використання сонячної багато в чому залежить від того, наскільки точно при проектних розробках були враховані закономірності і конкретні дані про прихід сонячної радіації в місці передбачуваної експлуатації установок.

Нестабільність (добова, сезонна, погодна) надходження первинної енергії обумовлює необхідність постачання установок акумуляторами енергії, вибір ємності яких впливає як на необхідний для роботи установки розмір приймачів, так і на потужність резервного джерела енергії, а, отже, і на техніко-економічні показники установки в цілому.

У загальному випадку інформація про потоках сонячної радіації і сумарною падаючої енергії може бути отримана наступним чином:

- аналітичним, коли необхідні параметри для конкретної географічної точки визначаються розрахунковим шляхом;
- безпосередніми (зазвичай нетривалими) вимірами на місці;

- багаторічними вимірюваннями за єдиною методикою на метеостанціях, результати яких акумульовано в кліматичних довідниках і базах даних.

Аналітичні способи визначення значень сонячної радіації для попередньої оцінки потенціалу окремих регіонів застосовні, однак вони складні, точність їх невисока, і в зв'язку з цим вони можуть мати при проектуванні геліоустановок лише оціночне значення [4].

Безпосередні виміри густини потоку сонячного випромінювання і в місці передбачуваного створення установок пов'язані з певними організаційними складнощами. Крім того, для статистично виправданих оцінок такі вимірювання повинні бути багаторічними.

У розрахунках систем із застосуванням сонячних батарей, колекторів тощо застосовують величину фактичної інсоляції, яка визначається на основі досвідчених даних. Факторами, що визначають величину фактичної інсоляції, є: орієнтація ділянки опромінення щодо півдня, кут нахилу до горизонту, забудови, що створюють тінь протягом дня, температура, і, головне, - широта і пору року. Кут падіння сонячних променів зменшується від екватора до полюсів, як наслідок, падає ефективність використання сонячних колекторів або батарей.

Дані про сонячної енергії надходить на поверхню Землі отримані з використанням даних, взятих на сайті NASA [11].

Отримані згідно з сайтом NASA значення інсоляції для м. Жовті Води з координатами $48^{\circ} 21'$ північної широти і $33^{\circ} 30'$ східної довготи в період з 2000-2018 рр. зведені в таблицю.

На підставі цих даних знайдені середні значення інсоляції для кожного дня в році, рисунок 2.1. [11]

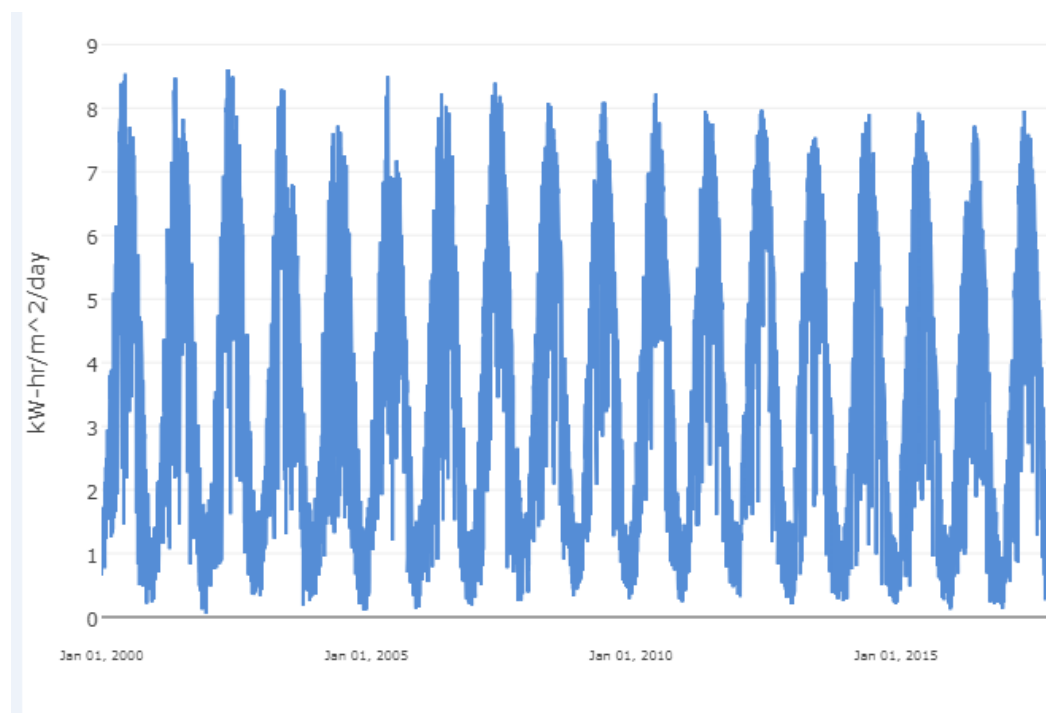


Рисунок 2.5 – Графік сонячної інсоляції на території м. Жовті Води за період 2000-2018 р.р.

Відповідно до даного ресурсу NASA отримані таблиці 2.4 - 2.9 значень сонячної інсоляції в період 01.01.2000-31.12.2018.

Таблиця 2.4 – Значення сонячної інсоляції для кожного дня м. Жовті Води за січень-лютий

Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)	Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)
Січень			Лютий		
1	1	0,90	1	32	1,57
2	2	0,89	2	33	1,63
3	3	0,89	3	34	1,68
4	4	1,07	4	35	1,79
5	5	0,89	5	36	1,78
6	6	1,02	6	37	1,83
7	7	1,01	7	38	1,89

Продовження таблиці 2.5

8	8	0,91	8	39	1,95
9	9	0,98	9	40	1,95
10	10	0,95	10	41	1,93
11	11	1,05	11	42	1,96
12	12	1,02	12	43	1,96
13	13	1,13	13	44	1,77
14	14	1,13	14	45	1,86
15	15	1,13	15	46	1,86
16	16	1,03	16	47	1,91
17	17	1,22	17	48	2,30
18	18	1,19	18	49	2,40
19	19	1,15	19	50	2,35
20	20	1,24	20	51	2,16
21	21	1,07	21	52	2,20
22	22	1,28	22	53	2,55
23	23	1,21	23	54	2,50
24	24	1,29	24	55	2,63
25	25	1,39	25	56	2,75
26	26	1,28	26	57	2,73
27	27	1,36	27	58	2,70
28	28	1,43	28	59	2,62
29	29	1,25			
30	30	1,55			
31	31	1,38			

Таблиця 2.5 – Значення сонячної інсоляції для кожного дня м.

Жовті Води за березень - квітень

Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)	Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)
Березень			Квітень		
1	60	2,11	1	91	3,35
2	61	2,39	2	92	3,70
3	62	2,34	3	93	3,77
4	63	2,46	4	94	4,19
5	64	2,55	5	95	4,14
6	65	2,64	6	96	4,05
7	66	2,79	7	97	3,36
8	67	2,74	8	98	3,32
9	68	3,01	9	99	3,55

Продовження таблиці 2.5

10	69	2,98	10	100	3,48
11	70	2,96	11	101	3,52
12	71	2,74	12	102	4,02
13	72	3,15	13	103	4,22
14	73	3,34	14	104	4,19
15	74	3,28	15	105	3,97
16	75	3,07	16	106	4,12
17	76	2,99	17	107	4,49
18	77	2,92	18	108	4,60
19	78	2,98	19	109	4,18
20	79	3,12	20	110	4,12
21	80	3,42	21	111	4,42
22	81	3,63	22	112	4,65
23	82	3,72	23	113	4,47
24	83	3,70	24	114	4,90
25	84	3,58	25	115	4,90
26	85	3,38	26	116	5,17
27	86	3,75	27	117	5,21
28	87	3,32	28	118	5,33
29	88	3,46	29	119	5,26
30	89	4,43	30	120	5,53
31	90	4,10			

Таблиця 2.6 – Значення сонячної інсоляції для кожного дня

м. Жовті Води за травень – червень

Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)	Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)
Травень			Червень		
1	121	5,88	1	152	5,72
2	122	5,60	2	153	5,38
3	123	5,15	3	154	6,05
4	124	5,59	4	155	6,40
5	125	5,76	5	156	6,18
6	126	5,27	6	157	6,20
7	127	5,66	7	158	6,10
8	128	5,21	8	159	6,09
9	129	5,65	9	160	6,54
10	130	5,72	10	161	6,25
11	131	5,78	11	162	6,42
12	132	5,56	12	163	5,87
13	133	6,42	13	164	6,31

Продовження таблиці 2.6

14	134	5,87	14	165	6,38
15	135	5,97	15	166	6,31
16	136	5,89	16	167	6,02
17	137	6,31	17	168	5,87
18	138	5,87	18	169	6,02
19	139	6,03	19	170	5,80
20	140	6,02	20	171	5,73
21	141	5,85	21	172	5,56
22	142	5,95	22	173	5,85
23	143	5,87	23	174	6,22
24	144	5,85	24	175	6,05
25	145	6,09	25	176	5,70
26	146	5,71	26	177	5,40
27	147	6,11	27	178	5,58
28	148	5,61	28	179	5,67
29	149	5,77	29	180	5,61
30	150	5,78	30	181	5,76
31	151	5,42			

Таблиця 2.7 – Значення сонячної інсоляції для кожного дня м.

Жовті Води за липень – серпень

Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)	Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)
Липень			Серпень		
1	182	6,14	1	213	6,03
2	183	6,22	2	214	6,08
3	184	6,23	3	215	5,96
4	185	6,27	4	216	5,53
5	186	6,18	5	217	6,02
6	187	6,48	6	218	5,97
7	188	5,95	7	219	5,89
8	189	6,12	8	220	5,98
9	190	6,17	9	221	5,70
10	191	6,00	10	222	5,81
11	192	5,91	11	223	5,94
12	193	6,33	12	224	5,64
13	194	6,17	13	225	5,31
14	195	6,20	14	226	4,93
15	196	5,95	15	227	5,90

Продовження таблиці 2.7

16	197	5,98	16	228	5,64
17	198	5,83	17	229	5,85
18	199	5,88	18	230	5,57
19	200	6,40	19	231	5,44
20	201	6,33	20	232	5,29
21	202	6,41	21	233	5,24
22	203	6,29	22	234	5,03
23	204	6,10	23	235	5,02
24	205	5,81	24	236	5,11
25	206	5,74	25	237	5,34
26	207	5,86	26	238	4,98
27	208	5,90	27	239	4,67
28	209	6,14	28	240	4,73
29	210	5,72	29	241	4,64
30	211	5,85	30	242	4,78
31	212	5,78	31	243	4,50

Таблиця 2.8 – Значення сонячної інсоляції для кожного дня м.

Жовті Води за вересень – жовтень

Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)	Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)
Вересень			Жовтень		
1	244	4,73	1	274	3,27
2	245	4,54	2	275	3,03
3	246	4,55	3	276	3,26
4	247	4,78	4	277	2,97
5	248	4,41	5	278	3,11
6	249	4,12	6	279	2,92
7	250	4,15	7	280	2,97
8	251	4,06	8	281	2,97
9	252	3,84	9	282	2,49
10	253	4,10	10	283	2,71
11	254	4,18	11	284	2,67
12	255	4,10	12	285	2,51
13	256	4,18	13	286	2,68
14	257	4,10	14	287	2,63
15	258	4,13	15	288	2,58
16	259	3,99	16	289	2,41
17	260	3,99	17	290	2,26
18	261	3,99	18	291	2,00

Продовження таблиці 2.8

19	262	3,75	19	292	1,99
20	263	3,91	20	293	2,10
21	264	3,45	21	294	1,97
22	265	3,45	22	295	1,96
23	266	3,53	23	296	2,12
24	267	3,14	24	297	1,77
25	268	3,04	25	298	1,92
26	269	3,36	26	299	1,62
27	270	3,37	27	300	1,71
28	271	3,16	28	301	1,77
29	272	3,23	29	302	1,86
30	273	2,90	30	303	1,72
			31	304	1,68

Таблиця 2.9 – Значення сонячної інсоляції для кожного дня м.

Жовті Води за листопад-грудень

Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)	Дата	День	Середнє значення (кВт·год/м ² /день)
Листопад			Грудень		
1	305	1,74	1	335	1,00
2	306	1,69	2	336	1,02
3	307	1,54	3	337	1,03
4	308	1,54	4	338	1,05
5	309	1,62	5	339	0,97
6	310	1,49	6	340	0,85
7	311	1,41	7	341	0,99
8	312	1,38	8	342	0,95
9	313	1,46	9	343	0,96
10	314	1,29	10	344	0,93
11	315	1,32	11	345	0,94
12	316	1,28	12	346	0,81
13	317	1,19	13	347	0,85
14	318	1,23	14	348	0,85
15	319	1,10	15	349	0,84
16	320	1,06	16	350	0,99
17	321	1,22	17	351	0,99
18	322	1,14	18	352	0,95
19	323	1,11	19	353	0,94
20	324	1,02	20	354	0,82
21	325	1,00	21	355	0,85

Продовження таблиці 2.9

22	326	0,94	22	356	0,85
23	327	1,14	23	357	0,99
24	328	1,03	24	358	0,92
25	329	0,91	25	359	0,91
26	330	1,03	26	360	0,94
27	331	0,95	27	361	0,78
28	332	0,96	28	362	0,82
29	333	0,83	29	363	0,93
30	334	0,88	30	364	0,86
			31	365	0,99

Аналізуючи отримані дані і за допомогою продукту MS «Excel» побудуємо графік сонячної інсоляції по днях, рисунок 2.6.

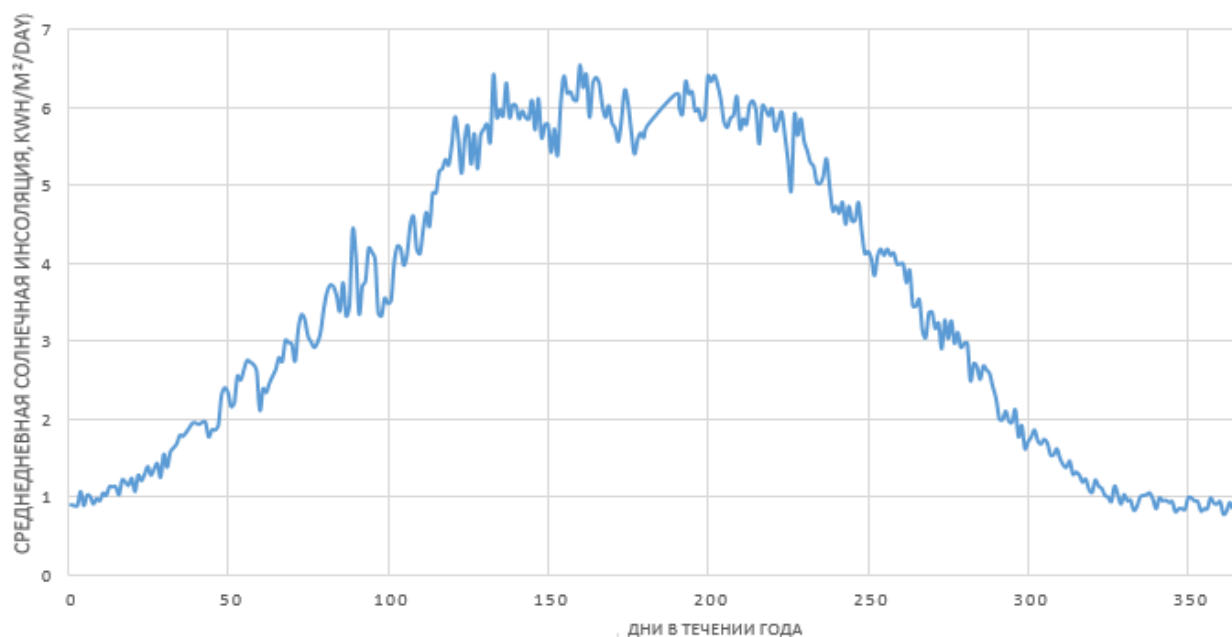


Рисунок 2.6 – Середньоденні значення сонячної інсоляції протягом року за період 2000 - 2018 р.р.

2.5 Розрахунок технічних параметрів сонячної електростанції АЗС з автономним електропостачанням

2.5.1 Вибір кута установки сонячних панелей для автономного забезпечення АЗС

Щоб продуктивність сонячного модуля була максимальною дуже важлива орієнтація і кут нахилу панелі

Щоб поглинати максимальну кількість сонячної енергії площину сонячного модуля повинна бути завжди перпендикулярна сонячним променям, або вибраний оптимальний кут, якщо постачання відбувається круглий рік, і мета є вироблення електроенергії. Однак сонце світить на Земну поверхню в залежності від часу доби і року завжди під різним кутом. Тому для монтажу сонячних панелей необхідно знати оптимальну орієнтацію. Для оцінки оптимального орієнтування батареї враховується обертання Землі навколо Сонця і навколо своєї осі, а також зміна відстані від Сонця.

Для визначення положення сонячного колектора або сонячної батареї необхідно враховувати основні кутові параметри:

- широта місця установки φ ;
- часовий кут ω ;
- кут сонячного відмінювання δ ;
- кут нахилу до горизонту β ;
- азимут α ;

Широта місця установки (φ) показує, наскільки місце знаходиться на північ від або південніше від екватора, і становить кут від 0° до 90° , відлічуваний від площини екватора до одного з полюсів - північного або південного. Часовий кут (ω) переводить місцевий сонячний час в число градусів, яке сонце проходить по небу. За визначення годинний кут

дорівнює нулю опівдні. Земля повертається на 15° за одну годину. Вранці кут сонця негативний, ввечері - позитивний.

Кут схилу Сонця (δ) залежить від обертання Землі навколо Сонця, оскільки орбіта обертання має еліптичну форму і сама вісь обертання теж нахилена, то кут змінюється протягом року від значення 23.45° до -23.45° .

Кут нахилу стає рівним нулю два рази в рік в дні весняного і осіннього рівнодення. Схилання сонця для конкретно обраного дня визначається за формулою Купера:

$$\delta_c = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{284 + n}{365} \cdot 360\right) \quad (2.1)$$

де n - номер дня в році, береться середина місяця;

Зробимо розрахунок для січня:

$$\delta_c = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{284 + 15}{365} \cdot 360\right) = -21,27^\circ$$

Для інших місяців розрахунок аналогічний, дані δ_c зводимо в табл.2.10.

Таблиця 2.10 – Кут схилу Сонця

Номер місяця	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
δ_c , град	-21,27	-13,29	-2,82	9,41	18,79	23,31	21,52	13,78	2,22	-9,60	-19,00	-23,34

Для забезпечення найкращих умов для поглинання сонячної енергії сонячними панелями, його поглинаюча поверхня повинна бути орієнтована на південь з кутом нахилу β_{opt} , який буде дорівнювати:

$$\beta_{opt} = \varphi_p - \delta_c \quad (2.2)$$

де φ – широта місцевості, градусів.

Розрахунки зводимо в таблицю 2.11.

Табл. 2.11 – Оптимальний кут установки сонячних панелей по місяцях

Номер місяця	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\beta_{\text{опт.}}$, град	26,73	34,71	45,8	57,41	66,76	71,31	69,52	61,78	50,22	38,4	29	24,66

Аналізуючи отримані дані, а також при знаходженні середнього значення кута, приймаємо кут по 45° .

2.5.2 Визначення кількості сонячної енергії, яка припадає на похилу поверхню

Для визначення щоденної енергії на похилу площу необхідно середньомісячне надходження сонячного випромінювання в кВт·год/місяць на місцевість, що має той же кут нахилу, що і сонячні панелі, розділити на кількість днів місяця.

Зробимо розрахунок помісячно. Так як система планується використовуватися цілий рік, розрахунок проводимо відповідно до методики [7].

Зробимо розрахунок для серпня місяця, так як це середина року.

Знайдемо годинний кут заходу Сонця для похилій поверхні з південної орієнтацією:

$$\omega_{\text{зн}} = \arccos[-tg(\varphi - \beta) \cdot tg\delta] = \arccos(-tg(48 - 45) \cdot tg(22.10)) = 92.21^\circ \quad (2.3)$$

де φ - широта місцевості, град;

β - кут нахилу поверхні сонячної батареї до горизонту;

$\beta = 45^\circ$ градуса, так як він найоптимальніший для нашої місцевості.

Кут заходу (сходу) Сонця для горизонтальної поверхні:

$$\omega_3 = \arccos(-tg\varphi \cdot tg\delta) = \arccos(-tg(48) \cdot tg(22.10)) = 116.8^\circ \quad (2.4)$$

Схиляння Сонця (кут між лінією, що з'єднує центри Землі і Сонця, і її проекцією на площину екватора) в середній день місяця, град:

$$\delta = 23.45 \cdot \sin\left(360 \cdot \frac{284+n}{365}\right) = 23.45 \cdot \sin\left(360 \cdot \frac{284+228}{365}\right) = 22.10^\circ \quad (2.5)$$

n – порядковий номер дня, відрахований від 1 січня (номер середнього розрахункового дня для кожного місяця року),

Середньомісячний коефіцієнт перерахунку прямого сонячного випромінювання з горизонтальної на похилу поверхню:

$$R_n = \frac{\cos(\varphi-\beta) \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_{zn} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{zn} \cdot \sin(\varphi-\beta) \cdot \sin\delta}{\cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_3 + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_3 \cdot \sin\varphi \cdot \sin\delta} =$$

$$\frac{\cos(48-45) \cdot \cos(22.10) \cdot \sin(91.21) + \frac{\pi}{180} \cdot 91.21 \cdot \sin(48-45) \cdot \sin(22.1)}{\cos(48) \cdot \cos(22.1) \cdot \sin(116.8) + \frac{\pi}{180} \cdot 116.8 \cdot \sin(48) \cdot \sin(22.1)} = \frac{0.987}{1.104} = 0.834 \quad (2.6)$$

де β - кут нахилу сонячної батареї до горизонту, град;

Коефіцієнт перерахунку з горизонтальної площині на похилу з південною орієнтацією дорівнює сумі трьох складових, відповідних прямому, розсіяному і відбитому сонячному випромінюванню:

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1+\cos\beta}{2} + \rho \cdot \frac{1-\cos\beta}{2} = \left(1 - \frac{1.64}{3.43}\right) \cdot 0.834 + \frac{1.64}{3.43} \cdot$$

$$\cdot \frac{1+\cos(45)}{2} + 0.2 \cdot \frac{1-\cos(45)}{2} = 1,08 \quad (2.7)$$

де E_p – середньомісячне денна кількість розсіяного сонячного випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню;

E_p/E – середньомісячна денна частка розсіяного сонячного випромінювання;

R_p – середньомісячний коефіцієнт перерахунку прямого сонячного випромінювання з горизонтальною на похилу поверхню;

Якщо сонячні панелі встановлюються під деяким кутом β до горизонту, то середньомісячне денний сумарна кількість сонячної енергії, надходить на похилу поверхню, може бути знайдено за формулою:

$$E_{авг} = R \cdot E = 1,08 \cdot 5,08 = 5,48 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 / \text{день} \quad (2.8)$$

де $E_{авг}$ - середньомісячне денний сумарна кількість сонячної енергії, що надходить на горизонтальну поверхню;

Знаючи середньомісячні значення коефіцієнта опромінення похилій майданчики R і відповідні середньомісячні значення опромінення горизонтальної площадки (рисунок 2.6), можна зробити розрахунок кількості середньомісячного надходження сонячної радіації на похилу поверхню.

Результати такого розрахунку для м Дніпро наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 - Перерахунок сонячної інсоляції на нахил панелі

Найменування	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R	2,86	1,99	1,49	1,17	1	0,92	0,95	1,08	1,33	1,74	2,47	3,27
E_n <i>кВт·год/м²/день</i>	0,78	1,54	3,01	4,4	5,7	6,2	6,1	5,08	3,6	2,2	1,03	0,6
$E_{мес}$ <i>кВт·год/м²/день</i>	2,23	3,06	4,44	5,1	5,7	5,7	5,7	5,48	4,7	3,8	2,54	2,54

Аналізуючи отримані дані, можна сказати, то що, вироблення сонячні панелі будуть цілий рік працювати в номінальному режимі, так як в холодну пору, у січні, на 1 м^2 буде припадати $2,23\text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{день}$.

2.5.3 Вибір інвертора для фотоелектростанції

Вибір інвертора одна з найважливіших завдань ФЕС, визначимо

Таблиця 2.13 – Навантаження змінного струму електроприймачів

№	Навантаження	P, кВт	x	Годин в неділю	=	W, кВт • год/неділя
1	Технологічне обладнання	7,5	x	56	=	420
2	Освітлення	1	x	168	=	168
3	Водонагрівачі, конвектори, теплова завіса, опалення підлоги	10	x	35	=	350
4	Пожежна сигналізація	1	x	0,23	=	0,23
5	Вентилятор, стиснене повітря, кондиціонер	4,4		24		105,6
6	Штепсельні розетки	5	x	7	=	35
7	Комп'ютери	1,2	x	168	=	201,6
Всього		30,1				1280,43

З даних (табл. 2.13) визначаємо одномоментне максимальне споживання навантаження, як суму потужностей найбільш потужних споживачів 1,3,5,6. Отримаємо 17,5 Вт.

Потужність інвертора повинна бути приблизно 18 кВт. З урахуванням запасу по потужності, що визначає надійність роботи інвертора, приймаємо номінальну потужність в півтора рази більше, тобто 20 кВт.

За довідковими даними підбираємо інвертор за показниками максимальної потужності. Таким може бути модель з номінальним вхідною напругою $U_{\text{інв}} = 48 \text{ В}$. Обираю два інвертора з'єднаних паралельно змінного струму ИБП ЛЕОТОН ХТ100 24V 10 КВТ ВОХ [12].

Хактеристики інвертора представлені в табл. 2.14.

Таблица 2.14 – Технічні характеристики інвертора

Номінальна потужність	10кВт
Форма вихідної напруги	Чиста синусоїда
Вихідна напруга	230В±5%
Вихідна частота	50Гц
Ефективність	95%
Захист від перевантаження	5с при ≥150% навантаження, 10с при 110% - 150% навантаження
Макс. потужність	Двухкратне підвищення потужності на 5с
Напруга постійного струму	24В
Споживання без навантаження	<50Вт
Споживання в режимі очікування	<15Вт

Число ампер-годин на тиждень, необхідну для покриття навантаження змінного струму, визначається по формулі:

$$q_{\text{добу}} = \frac{W}{U \cdot n} = \frac{1280,43}{48 \cdot 7} = 3,81 \text{кА} \cdot \text{год} , \quad (2.9)$$

де n – кількість днів в тиждні.

2.5.4 Визначення необхідної ємності акумуляторних батарей і їх кількості

Для того щоб, розрахувати необхідну кількість АКБ, необхідно визначитися з типом системи: автономна або з підтримкою мережі.

Визначимо сумарна ємність акумуляторів, що враховує кількість днів без сонця $N_{\text{бс}}$:

$$q_N = q_{\text{сут}} \cdot N_{\text{бс}} = 3,81 \cdot 1 = 3,81 \text{ А} \cdot \text{ч} \quad (2.10)$$

Для визначення оптимальної кількості АКБ, необхідно врахувати, що чим більше глибина розряду, тим швидше батареї вийдуть з ладу. Рекомендується враховувати значення глибини розряду 50%. Відповідно коефіцієнт використання γ складе – 0,5.

Заряд акумуляторної батареї з урахуванням глибини розряду:

$$q_\gamma = \frac{q_N}{\gamma} = \frac{3,81}{0,5} = 7,62 \text{ кА} \cdot \text{ч} \quad (2.11)$$

З урахуванням місця зберігання АКБ в тех. приміщенні і то що, температура цього приміщення складе не менше 21С, приймаємо коефіцієнт α , який враховує температуру навколишнього середовища в приміщенні.

Загальна необхідна ємність акумуляторних батарей:

$$q_{\text{обц}} = q_\gamma \cdot \alpha = 7,62 \cdot 1,14 = 8,68 \text{ кА} \cdot \text{ч} \quad (2.12)$$

Згідно з отриманою ємності, визначимо тип акумуляторної батареї, який буде використовуватися, в даному проекті запропоновано використовувати гелієві акумулятори.

Приймаємо АКБ DELTA STC 3000 (3000 Ач, 2 В).

Номинальні характеристики акумуляторних батарей представлені в (табл. 2.15).

Таблица 2.15 – Таблица 2.12 – Номинальные характеристики акумуляторных батарей

Характеристика	Значення
Ємність	3000 А*год
Напруга	2В
Габарити (д/ш/в), мм	710/350/382 мм
Срок служби	До 15 років

Вибираємо тип і кількість акумуляторних батарей, які будуть використовуватися в нашій енергосистемі.

Для визначення паралельно з'єднаних батарей необхідно розділити загальну необхідну ємність батарей на номінальну ємність обраної акумуляторної батареї, а отримане значення округлити до найближчого більшого цілого.

Це буде кількість батарей, з'єднаних паралельно:

$$N_{\text{пар}}^{\text{АКБ}} = \frac{q_{\text{обц}}}{q_{\text{ном}}} = \frac{8,68}{3} = 2,89 \approx 3 \text{ штуки} \quad (2.12)$$

Розрахуємо кількість послідовно з'єднаних батарей, для цього необхідно розділити номінальну напругу постійного струму системи на номінальну напругу акумуляторної батареї:

$$N_{\text{посл}}^{АКБ} = \frac{U_{\text{инв}}}{U_{\text{ном}}} = \frac{24}{2} = 12 \quad (2.13)$$

Загальна кількість акумуляторних батарей складе:

$$N^{АКБ} = N_{\text{пар}}^{АКБ} \cdot N_{\text{посл}}^{АКБ} = 12 \cdot 3 = 36 \text{ штук} \quad (2.14)$$

2.5 Розрахунок кількості панелей із полікристалічного кременію та займаємої площі

Приймаються до установки сонячні батареї RISEN RSM72-6-330P, с потужністю 330Вт.

Характеристики обраної панелі представлені в табл. 2.16

Таблиця 2.16 – Характеристики фотомодуля

Наименование параметра	Мощность, Вт	Ток КЗ, А	Напряжение х.х., В	Номинальное напряжение, В	Рабочий ток, А	Длина, мм	Ширина, мм
	330	18,33	37,65	24	13,75	1956	992

Згідно методики [7] необхідна ємність з урахуванням втрат на заряд-розряд акумуляторної батареї:

$$q_{\text{з-р}} = q_{\text{доб}} \cdot \zeta = 3,81 \cdot 1,2 = 4,57 \text{ кА}\cdot\text{ч} \quad (2.15)$$

ζ – поправчий коефіцієнт на заряд - розряд АКБ, $\zeta = 1,2$.

Значення струму, який повинні генерувати сонячні батареї:

$$I_{\text{СБ}} = \frac{q_{3-p}}{i} = \frac{4,57}{4} = 1,14 \text{ кА}\cdot\text{ч} \quad (2.16)$$

$i = 4$ – сонце-пікові часи для м. Жовті Води, по даним NASA [11].

Визначимо число модулів, з'єднаних паралельно, розділити значення струму, що виробляється батареями, на максимальний струм I_{mp} одного модуля і округлити отримане до найближчого більшого цілого:

$$N_{\text{пар}}^{\text{СБ}} = \frac{I_{\text{СБ}}}{I_{\text{mp}}} = \frac{1,14}{0,01833} = 62,19 = 63 \text{ штуки} \quad (2.17)$$

де I_{mp} - максимальний струм (струм кз), А.

Число модулів, з'єднаних послідовно:

$$N_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = \frac{U_{\text{инв}}}{U_{\text{ном}}^{\text{СБ}}} = \frac{24}{24} = 1 \quad (2.18)$$

Где $U_{\text{инв}}$ – напруга на інверторі, вхід від сонячних панелей, В

Загальна кількість необхідних фотоелектричних модулів:

$$N^{\text{СБ}} = N_{\text{пар}}^{\text{СБ}} \cdot N_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = 63 \cdot 1 = 63 \text{ штуки} \quad (2.19)$$

Визначимо площу зайняту панелями:

$$S^{\text{СБ}} = N^{\text{СБ}} \cdot S_1^{\text{СБ}} = 68 \cdot 1,94 = 122,22 \text{ м}^2 \quad (2.20)$$

где $S_1^{\text{СБ}}$ – площа однієї сонячної батареї.

Площа навісу АЗС становить $10 \times 23 = 230$ м². Тому панелі з полікристалічного кремнію встановлюємо на навісі під кутом 45 градусів.

2.6 Розрахунок кількості панелей із аморфного кремнію та площу, яку вони займають

Приймаємо щодо встановлення сонячну панель з аморфного кремнію QST 165 W з технічними характеристиками, наведеними на в таблиці 2.17, згідно з параметрами виготовлювача [15].

Таблиця 2.17 – Технічні характеристики сонячної панелі

Производитель	Solar Fronti
Страна производитель	Япония
Тип панели	Тонкопленочный
Материал изготовления модуля	CIGS
Материал рамки	Алюминий
Напряжения	12,8
Мощность	165.0 Вт
Ток при максимальной мощности	8,2А
Ток короткого замыкания	8,7 А
Напряжения холостого хода	14,9 В
Минимальная рабочая температура	-40.0 град
Максимальная рабочая температура	85.0 град
Степень защиты IP	67
КПД не менее	14.0%
Гарантийный срок	60(мес)

Значення струму, який повинні генерувати сонячні батареї:

$$I_{CB} = \frac{q_{3-p}}{i} = \frac{4,57}{4} = 1,14 \text{ кА} \cdot \text{ч} \quad (2.21)$$

Кількість модулів з'єднаних паралельно:

$$N_{\text{пар}}^{CB} = \frac{I_{CB}}{I_{\text{mpp}}} = \frac{1,14}{0,0087} = 131 \quad (2.17)$$

де $I_{\text{мрр}}$ - максимальний струм (струм кз), А.

Число модулів, з'єднаних послідовно:

$$N_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = \frac{U_{\text{инв}}}{U_{\text{ном}}^{\text{СБ}}} = \frac{24}{12} = 2 \quad (2.18)$$

Где $U_{\text{инв}}$ – напруга на інверторе, вхід від сонячних панелей, В

Загальна кількість необхідних фотоелектричних модулів:

$$N^{\text{СБ}} = N_{\text{пар}}^{\text{СБ}} \cdot N_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = 131 \cdot 2 = 262 \text{ штуки}$$

Визначимо площу зайняту панелями:

$$S^{\text{СБ}} = N^{\text{СБ}} \cdot S_1^{\text{СБ}} = 262 \cdot 0,77 = 201,74 \text{ м}^2$$

где $S_1^{\text{СБ}}$ – площа однієї сонячної батареї, згідно заводу виготовлювачу [14], габарити однієї панелі становлять – 1160x670x3.

Згідно цього розрахунку, на навісі можна буде встановити сонячні панелі із аморфного кремнію, так як площа навісу складає 230 м².

Висновки по розділу :

В результаті роботи, було дано короткий опис підприємства «Антал», представлено його енергетичні потреби.

Визначено кількість електричної енергії, необхідної для автономного електрозабезпечення автозаправних станцій, виконаний аналіз сонячної інсоляції на досліджуваній території, перераховано іррадіацію припадаємої на похилу площину, вибрано оптимальний кут установки сонячних панелей.

А також, розраховано автономну енергетичну систему на основі сонячної енергії.

РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

3.1 Порівняльний аналіз вибраних сонячних панелей

Продуктивність різних типів сонячних елементів може бути оцінена шляхом порівняння для конкретного кліматичного стану. Ефективність аналізується шляхом розгляду середніх даних у стані пасмурного неба. Три правила використовуються після виявлення стандартного відхилення від середнього значення окремої панелі. Більше відхилення від середнього значення показує низьку продуктивність сонячної панелі в похмуру погодні умови. Так як, панелі з полікристалічного кремнію мають властивість поглинати розсіяне світло, на основі цього було проведено дослідження.

Використовуваний модуль із аморфного кременію – це тонка плівка, вона виробляється компанією Solar Frontier – Japan, а її код – QST 165.

Максимальна вихідна потужність системи становить 40 кВт. Дослідження проводиться безпосередньо на панелі сонячних батарей, яка складається з 262 модулів, розміром 1,16 м, шириною 0,67 м та висотою 30 мм. Вона важить 12,4 кг. Спрямовані панелі на північ.

Для енергозабезпечення панелями із полікристалічного кремнію застосовуються сонячні батареї RISEN RSM72-6-330P, с потужністю 330Вт, технічні характеристики якої представлені в таблиці 2.16.

Дослідження проводилось при середній температурі 25 градусів, за нормальною іррадіацією 1000 В/м².

Порівняльна характеристика панелей по параметрам представлена в таблиці 2.18.

Таблиця 2.18 – Порівняльна характеристика вибраних типів панелей

Характеристика	QST 165 (a-Si)	RISEN RSM72-6-330P (p-Si)
Потужність	165 Вт	330Вт
Напруга	12 В	24 В
Струм	8,2	13,75
Розміри	1160мм x 670мм	1956мм x 992мм

Кріплення панелей розташовано на навісі АЗС у м. Жовті Води. Модулі повинні бути вирівняні на південь для максимального річного випуску.

Кут нахилу кріплення був налагоджений на 45° від горизонтальної осі для досягнення максимальної ефективності. Цей нахил було розраховано за допомогою в розділі 2.

Дані збирались вручну за допомогою програмного продукту PV Solar, на базах даних NASA [11].

Тривалість дослідження становила від 8:30 годин, коли дані приймалися кожні 30 хвилин. Отриманні дані були взяті протягом 15 днів у зимовий и літній час.

З'єднання схем показані на рисунку 3.1.

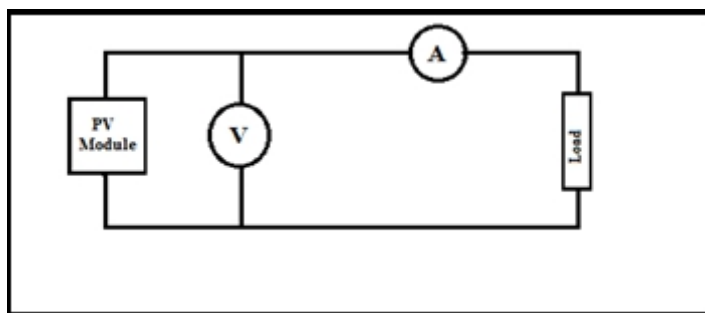


Рисунок 3.1 – З'єднання схеми для дослідження

Рисунок 3.2-3.3 показує ефективність, обчислену середніми вхідними параметрами для р-si та a-si при умовах хмарного неба. ККД має середнє значення 11,98%, а відхилення стандарту - 4,424. Отже, стандартне відхилення становитиме від 3 до 7.272. Це дає 61% середнього значення ефективності для р-si сонячної батареї. Аналіз проводився у зимній період часу, завдяки ми отримуємо мінімальне значення сонячної радіації.

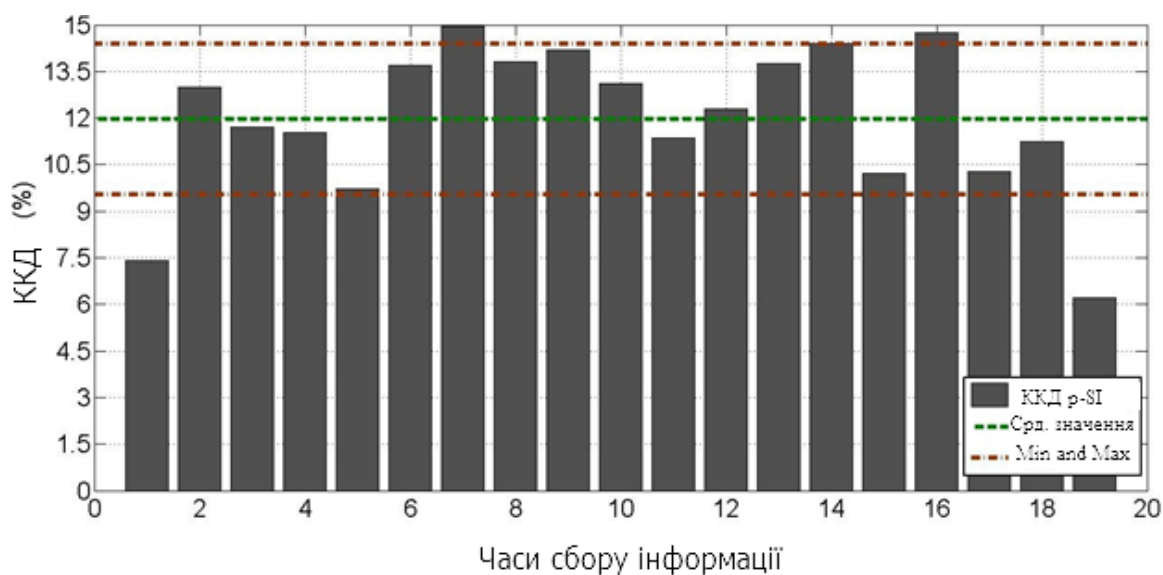


Рисунок 3.2 – Зниження ефективності ККД панелі з полікристалічного кремнію при високій хмарності на протязі дня, м. Жовті Води.

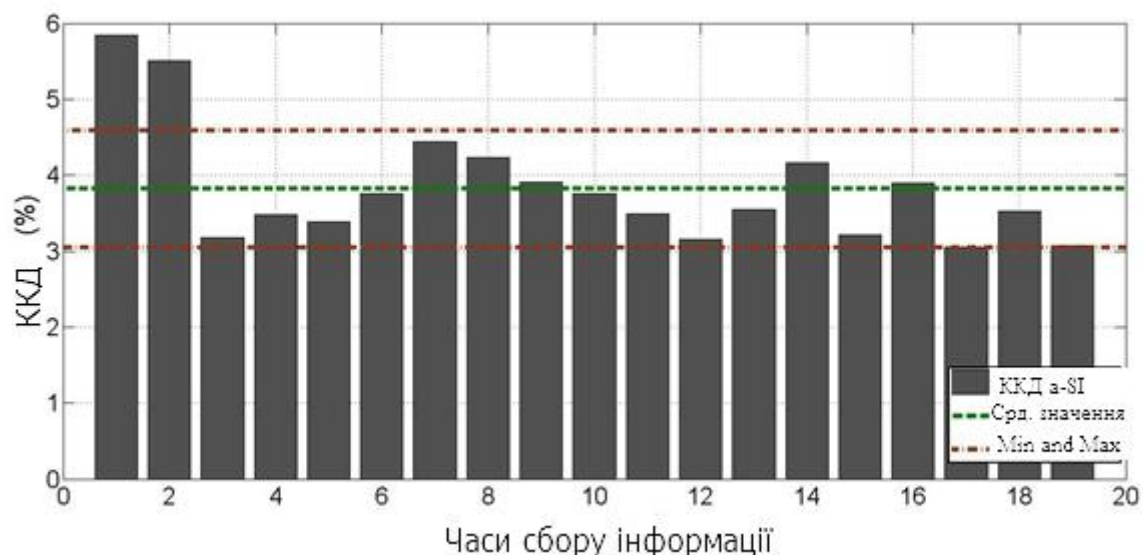


Рисунок 3.3 – Зниження ефективності ККД панелі з аморфного кремнію при високій хмарності на протязі дня, м. Жовті Води.

Це показує, що ефективність має середнє значення 3,823. Стандартне відхилення становить 0,7674. Отже, стандартне відхилення становить 2.3022, що становить 60.2% від середнього значення

За допомогою програмного продукту «Excel» та «PV Solar», можна проаналізувати ефективність сонячних панелей. Дані дослідження зведені в таблицю 2.19

Наведені результати свідчать про важливість цього дослідження. На цих графіках рисунок 3.2 та 3.3 показано варіацію ефективності панелей від його середнього значення при хмарній погоді.

Як видно ККД панелей із аморфного кремнію значно менше знижається ніж полікристалічні панелі.

Таблиця 2.19 – Зниження ефективності панелей при хмарних умовах

Тип панелі	Стандартне відхилення		У відсотках		Змінна від середнього значення по максимальній відмітці	
	Сонячно	Хмарно	Сонячно	Хмарно	Сонячно	Хмарно
Полікристалл	0.9468	4.424	2.8404%	7.272%	23.5%	61%
Аморфний кремній	0.2562	0.7674	0.7686%	2.3022%	24.6%	60.2%

Висновки по розділу 3:

В даному розділі виконано порівняльний аналіз ефективності різних типів сонячних панелей. Як показують результати, що відхилення ефективності панелей a-si та p-si фактично є значеннями толерантності середньої ефективності (зміна значення від середнього по максимальній відмітці). Низька толерантність вказує, що значення лежить біля середнього, тоді як велике допуск означає значення, що відходить від середнього.

Тим самим низькі переносні значення підказують на високу, тоді як велика толерантність означає низьку ефективність. В умовах хмарного неба результати показали, що панель p-si з високою толерантністю менш ефективна. Це тому, що p-si має широке спектральне поглинання, і вплив цього спектру не набагато більше в хмарні дні.

З іншого боку, у нас є тонка плівка a-si, яка має дуже тонкі спектральні піки для відповіді на низьких хвилях. Отже, ефективність підсилювачів модуля краще в умовах хмарних умов. З таблиці 2.19 видно, що різниця рівня толерантності сонячних модулів p-si та a-si не настільки велика, тобто приблизно 0,8%, тому p-si сонячні елементи можуть бути ефективно застосовані для виробництва електроенергії в кліматі м. Жовті води.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЕННЯ НА ОСНОВІ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Вступ

В даній магістерській дисертації досліджений потенціал різних видів відновлюваних джерел енергії, зокрема, сонячні панелі на основі полікристалічного та аморфного кремнію, з метою визначення їх достатності та подальшої можливості використання в електрозабезпеченні потреб АЗС. В результаті дослідження доведено достатність енергетичного потенціалу ВДЕ і запропоновані системи електропостачання: система на основі полікристалічних панелей (варіант 1) та тонкоплівкових (варіант 2).

В даному розділі був виконаний розрахунок техніко-економічних показників і показників ефективності для кожного з варіантів з метою обґрунтування економічної доцільності їх застосування.

4.1. Розрахунок капітальних інвестицій

Капітальні інвестиції для реалізації проектного технічного рішення включають:

- витрати на придбання обладнання, техніки, технології,
- технічних засобів контролю і обліку, пристроїв діагностики
- стану обладнання;
- витрати на будівельно-монтажні роботи;
- витрати на монтаж-налагоджувальні роботи;
- Інші витрати. При визначенні величини проектних

капіталовкладень можна скористатися формулою:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^k C_i) + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{мн}} + Z_{\text{мн}} + Z_{\text{мн}}, \quad (3.1)$$

Где, $K_{об} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right)$ – витрати на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю і обліку, пристроїв діагностики стану обладнання, сумарна вартість комплектуючих i -го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення, грн .;

$Z_{тзр}$ – транспортно-заготівельні витрати, $Z_{тзр} = 0,05 \cdot K_{об}$, грн;

$Z_{м}$ – витрати на монтаж-налагоджувальні роботи, $Z_{м} = 0,07 \cdot K_{об}$, грн .;

$Z_{дем}$ – витрати на демонтаж застарілого обладнання, грн .;

$Z_{пр}$ – інші витрати, $Z_{пр} = 0,3 \cdot Z_{м}$, грн.

Вартість обладнання та комплектуючих взята на підставі прайс-лист оптових цін на електрообладнання підприємства «Бигл» (юр. адреса: вул. Богдана Хмельницького, 12ж, м. Біла Церква. Тел.: +380 (73) 125-39-82. Інтернет адреса: <https://bigl.ua/p759059314-ibp-leoton-ht903> станом на 15.12.2018р. Витрати на придбання, монтаж і налагодження обладнання наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Капітальні вкладення тех. устаткування та комплектуючих

№ п/п	Найменування	Кіл-сть, шт	Ціна, тис.грн	Вартість, тис. грн	Монтаж, наладка (10%), тис. грн	Транспорт. Заграти, (5%), тис. грн	Інші витрати, тис. грн (30%)	Всього
Варіант 1								
1	ИБП ЛЕОТОН ХТ100 24V 10 КВТ ВОХ	2	25	50	5	2,5	15	72,5

2	АКБ DELTA STC 3000 (3000 Ач, 2 В).	36	15	525	52,5	26,25	157,5	812,25
3	Сонячні панелі RISEN RSM72- 6-330P	63	5,5	346,5	34,65	17,325	103,95	502,425
Всього				921,5	92,15	46,075	276,45	1387,175
Варіант 2								
1	ИБП ЛЕОТОН ХТ100 24V 10 КВТ ВОХ	2	25	50	5	2,5	15	72,5
2	АКБ DELTA STC 3000 (3000 Ач, 2 В).	36	15	525	52,5	26,25	157,5	812,25
3	QST 165	262	5,8	1519,6	151,96	75,98	455,98	2203,528
Всього				2094,6	209,46	104,73	628,48	3088,278

Таким чином, капітальні інвестиції, необхідні для установки системи на основі полікристалу, згідно ф. 3.1. (вар. 1) складуть:

$$K_{\text{пр1}} = K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^k C_i) + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{мн}} + Z_{\text{мн}} + Z_{\text{мн}} = 921,5 + 92,15 + 46,075 + 276,45 = 1387,175 \text{ тис. грн}$$

Для другого варіанту розрахунок капітальних витрат виконується аналогічно:

$$K_{\text{пр2}} = K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^k C_i) + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{мн}} + Z_{\text{мн}} + Z_{\text{мн}} = 2094,6 + 209,46 + 104,73 + 628,48 = 3088,278 \text{ тис. грн}$$

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічного устаткування відносяться:

- Амортизаційні відрахування (C_a).
- Заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_z).
- Єдиний соціальний внесок (C_c).
- Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання і мереж ($C_{пр}$).
- Вартість витрат електроенергії (C_e).
- Інші витрати ($C_{др}$).

Таким чином річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складають:

$$З = C_a + C_z + C_c + C_{пр} + C_e + C_{др} \quad (4.2)$$

4.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування - відрахування частини вартості основних фондів для відшкодування їх зносу.

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи і часу його використання. Час корисного використання об'єкта основних засобів нараховується виходячи з часу його корисного використання. Термін корисного використання об'єктів основних засобів і нематеріальних активів 5 років, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Строк корисного використання впроваджуваного обладнання становить 12 років.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом всього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$H_a = \frac{\Phi_n}{\Phi_n \cdot T_n} \cdot 100, \% \quad (4.3)$$

де,

T_n – термін корисного використання (амортизаційний період), р.;

Φ_n – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних коштів, тис.грн

Норма амортизації для першого варіанту:

$$H_a = \frac{1387,175}{1387,175 \cdot 12} \cdot 100\% = 8,33\% ,$$

Норма амортизації для другого варіанту:

$$H_a = \frac{3088,278}{3088,278 \cdot 12} \cdot 100\% = 8,33\% ,$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АВ при прямолінійному методі:

$$AB = \frac{H_a \cdot \Phi}{100} ; \quad (4.4)$$

Годові амортизаційні відрахування складатимуть:

Для першого варіанту:

$$C_a(1) = \frac{8,33 \cdot 1387,175}{100} = 115,55 \text{ тис.грн};$$

Для другого варіанту:

$$C_a(2) = \frac{8,33 \cdot 3088,278}{100} = 257,25 \text{ тис.грн};$$

Для порівняння, розрахунки зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.1 – Амортизаційні відрахування

№ п/п	Найменування	Капітальні вкладення, тис. грн	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн
1	Перший варіант	1387,175	8,33	115,55
2	Другий варіант	3088,278	8,33	257,25

4.2.3 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним працівникам.

Розрахунок заробітної плати не виконується, так як для АЗС профілактичні та інші види робіт для підтримки всіх систем енергозабезпечення проводяться не менше одного разу на 12 місяців ремонтними підрядними бригадами для АЗС.

4.2.4 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Фірма, яка виробляють аналогічне обладнання пропонують гарантійне обслуговування в розмірі 200 грн на сонячну батарею і прикладне обладнання.

Для першого варіанту, де 68 сонячних батарей сума складе в 12,6 тис. грн/рік.

Для другого варіанту, де 36 панелей – 7,2 тис.грн.

Так само приймемо витрати в розмірі 50 грн в місяць для обслуговуючого персоналу для перевірки працездатності пристрою і протирання сонячних панелей від пилу.

Разом:

$$C_{т(1)} = 12,6 + 50 \cdot 12 = 13,2 \text{ тис.грн/рік}$$

$$C_{т(1)} = 7,2 + 50 \cdot 12 = 7,8 \text{ тис.грн/рік}$$

Таким чином річні експлуатаційні витрати по об'єктах проектування складуть відповідно:

$$C_1 = C_a + C_p = 115,55 + 13,2 = 128,75 \text{ тыс. грн};$$

$$C_2 = C_a + C_p = 257,25 + 7,8 = 265,05 \text{ тыс. грн.}$$

4.3 Визначення річної економії від впровадження об'єкта проектування

Повна річна економія від впровадження прийнятого технічного рішення визначається з урахуванням експлуатаційних витрат по даному об'єкту:

$$E_{\text{год повн}} = E_{\text{год}} - C_{\text{пр}}, \text{ тыс. грн,} \quad (4.6)$$

де,

$E_{\text{год}}$ – прибуток за вироблену електроенергію на основі ВДЕ та продана по зеленому тарифу, тис. грн.

Знайдемо прибуток за вироблену «зелену» енергію:

$$E_{\text{год}} = W \cdot a, \text{ тис. грн} \quad (4.7)$$

де,

a –тариф за кВт електроенергії за зеленим тарифом (становить 5 грн 32 коп. За 1 кВт) за даними <http://term.od.ua/blog/что-takoe-zelenii-tarif-naelektroenergiyu/> « Вартість електроенергії на 1 січня 2017 - 31 грудня 2019».

Кількість виробленої енергії становитиме:

$$W = n \cdot P \cdot i \cdot m \cdot S, \text{ кВт}\cdot\text{год} \quad (4.8)$$

де,

n – кількість панелей в варіанті, шт;

P – потужність панелі, кВт;

i – середньорічні пікові сонце-часи (еквівалентній час при якому панель робить в номінальному режимі, видаючи номінальну потужність), згідно даних NASA [11].

m – кількість днів у році, дн.

Для першого варіанту кількість виробленої енергії становитиме:

$$W_1 = 63 \cdot 0,33 \cdot 4 \cdot 365 \cdot 1,95 = 59189,19 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Для другого варіанту кількість виробленої енергії становитиме:

$$W_2 = 262 \cdot 0,165 \cdot 4 \cdot 365 \cdot 1,67 = 105403,38 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Знайдемо прибуток за вироблену енергію для першого варіанту:

$$E_{\text{год1}} = 59189,19 \cdot 5,32 = 314,886 \text{ тис. грн};$$

Знайдемо прибуток за вироблену енергію для першого варіанту:

$$E_{\text{год2}} = 105403,38 \cdot 5,32 = 560,745 \text{ тис. грн};$$

Повна річна економія від впровадження прийнятого технічного рішення для першого варіанту складає:

$$E_{\text{год повн1}} = 314,886 - 128,75 = 186,13 \text{ тис. грн},$$

Повна річна економія для другого варіанту складає:

$$E_{\text{год повн2}} = 560,745 - 265,05 = 295,69 \text{ тис. грн},$$

4.4 Розрахунок економічної ефективності та терміну окупності

Період окупності складатиме:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{пр1}}}{E_{\text{год повн1}}}, \text{ років} \quad (4.9)$$

Для першого варіанту термін окупності складе:

$$T_{\text{ок}} = 1387,175 / 186,13 = 7,45 \text{ років}$$

Що краще, аніж ймовірний термін окупності, який попередньо складав 12 років.

Для другого варіанту термін окупності складе:

$$T_{ок} = 3088,278/295,69 = 10,44 \text{ років}$$

Що значно гірше, термін окупності в першому варіанті, тому краще використовувати панелі з полікристалічного кремнію.

Проект капітальних вкладень вважається доцільним, якщо виповнюється умова:

$$E_p > E_n \quad (4.10)$$

E_n – нормативне значення коефіцієнта ефективності визначається виходячи прийнятої індивідуальної норми прибутковості:

$$E_n = 1/T_{ож} \quad (4.11)$$

де, $T_{ож} = 12$ років, очікуваний, прийнятий термін окупності капітальних вкладень.

Тоді нормативне значення коефіцієнта ефективності складе:

$$E_n = 1/12 = 0,083$$

Розрахунковий коефіцієнт ефективності (прибутковості) капітальних витрат E_p для двох варіантів :

$$E_{p1} = \frac{E_{год\ повн1}}{K_{пр1}} = \frac{186,13}{1387,175} = 0,13 \quad (4.11)$$

$$E_{p2} = \frac{149,065}{3088,278} = \frac{295,69}{3088,278} = 0,095 \quad (4.11)$$

Тоді перевіряємо на виконання умови:

$$E_{p1} > E_{н1}$$
$$0,13 > 0,083;$$

$$E_{p2} > E_{н2}$$
$$0,095 > 0,083$$

Це показує, що перший варіант є доцільним і обґрунтованим, а другий не набагато гірший, але довше окупається .

Висновки по розділу 4

В результаті виконання техніко-економічного аналізу був зроблений розрахунок вартості впроваджуваних проектів, які склали 1387,175 тис. грн і 3088,278 тис. грн, системи з полікристалічного кремнію и аморфного, відповідно. А також розрахована економічна ефективність від його впровадження. Було встановлено, що при використанні такої системи відбувається економія засобів і дана система окупається за 7,45 років, а для другої системи 10,44 років, що не перевищує корисний термін використання обладнання, це говорить про ефективність впровадження даного проекту.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було досліджено ефективність різних видів сонячних панелей.

Описано застосування фотомодулів, для автономного енергозабезпечення, дозволяє споживачу енергії бути незалежним від центральної енергетичної мережі. Відмічені особливості при проектуванні автономних установок є прогнозування як споживання енергії навантаженням, так і надходження сонячної енергії в місці стояння установки.

Визначено кількість електричної енергії, необхідної для автономного електрозабезпечення автозаправних станцій, виконаний аналіз сонячної інсоляції на досліджуваній території, перераховано іррадіацію припадаємої на похилу площину, вибрано оптимальний кут установки сонячних панелей.

А також, розраховано автономну енергетичну систему на основі сонячної енергії.

Досліджено и зроблено порівняльний аналіз ефективності різних типів сонячних панелей. Як показують результати, що відхилення ефективності панелей a-si та p-si фактично є значеннями толерантності середньої ефективності (зміна значення від середнього по максимальній відмітці), але для досліджуваної території по всім показникам краще встановлювати панелі з полікристалічного кремнію. Також, ці дані підтвердились техніко-економічним обґрунтуванням.

Список використаних джерел

1. Типи сонячних батарей. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://tehnonovator.com.ua/ua/energy-ua/sun-battery-ua/types-sun-battery-ua.html>.
2. Вплив електростанцій на навколишнє середовище. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://msd.in.ua/vpliv-elektrostantsij-na-dovkillya/>.
3. НПБ 111-98 Автозаправні станції. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://znaytovar.ru/gost/2/NPB_11198_Avtozapravochnye_sta.html
4. Територія АЗС – призначення, вимоги до неї. [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://sinref.ru/000_uchebniki/0000AZS/022_azs_otveti_na_examenacionie_voprosi/014.htm.
5. Вимоги до територій АЗС. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://studopedia.ru/14_2159ii8_trebovaniya-k-territorii-azs-raspolozheniyu-dorozhnih-znakov-znakov-bezopasnosti.html.
6. Сонячна радіація, її гігієнічне значення. Використання складових сонячної радіації. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/5650136/page:3/>.
7. Сайт «NASA» [Електронний ресурс] . – Режим доступу: <https://www.nasa.gov/>.
8. Вибір інвертора для сонячних батарей. . [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://sitem.com.ua/935alten.php>.
9. Інтернет-магазин електротехніки [Електронний ресурс] . – Режим доступу: <https://prom.ua/lbp-100-kvt.html>.
10. Методичні вказівки для курсового проектування з дисципліни "Сонячна енергетика" на тему: "Розрахунок системи автономного енергопостачання з використанням фотоелектричних перетворювачів" / Упорядн.: А.М. Гребенюк, О.О. Суворкін – Дніпропетровськ: Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”, 2016.- 16 с.

11. Интернет-магазин «Солар-Тех» . [Электронный ресурс] . – Режим доступа: <https://solar-tech.com.ua/solar-electricity/solar-panels/solnechnaya-batareya-qsolar-qst-100w.html>

12. Альтернативная энергетика. Солнечные системы теплохладоснабжения: монография /А. В. Дорошенко, М. А. Глауберман. – Одесса: ОНУ, 2012. – 446 с.

13. Сайт альтернативная энергия [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://antika.com.ua/cezonnje-geliocictemi>

14. А.Н. Горин, А.В. Дорошенко. Солнечная энергетика. (Теория, разработка, практика), – Донецк: Норд-Пресс, 2008. 374 с.

15. Горбурова Е.Н., Современное состояние солнечной энергетики Украины и рациональность размещения солнечных электростанций.

16. Потенциал солнечной энергии в Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://esco.co.ua/journal/2005_11/art07_71_2.htm

17. Бурцев С.И.Блинов А.В.и др. Монтаж, эксплуатация и сервис СКВ, 2005 рік.

18. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів галузі знань 0507 «Електротехніка та електромеханіка» / Укладачі: Л.В. Тимошенко, І.В. Шереметьєва - Дніпропетровськ: НГУ, 2015. - 15 с.

19. Солнечная энергетика / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин; под ред. В.И. Виссарионова. М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 276 с.

20. Китаева, М.В. Аппаратно-программный комплекс для контроля оптимальной ориентации фотоэлектрических модулей на максимальный поток солнечного излучения: дис. канд. техн. наук: 05.11.13 / Китаева Мария Валерьевна. – Томск, 2014. – 139 с.

21. Microchip [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F887>

28. Bibliofond [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bibliofond.ru/view.aspx?id=599539>.

22. Микроконтроллер [Электронный ресурс] – Режим доступа: goo.gl/ZfWZDK.

23. Резистор [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dp.prom.ua/Rezistory-s2-29.html>

24. Солнечная панель [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.solarroof.ru/products/6/36/%2036.Vitok>

[Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.vitokenergo.ru/index_page_238.html 98 37. SAEN [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://saen.com.ua/zeljonyj-tarif.htm>

25. Solar soul [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://solarsoul.net/raschet-solnechnoj-batarei>

26. Атмосфера [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.atmosfera.ua/stati-geliosistemy/solar-insulation-ukraine/>

27. Попель О.С. Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2008. Т. LII, № 6. С. 95-106.

28. Тарасенко А.Б., Киселева С.В. О выборе оптимального состава гибридной энергетической установки для изолированного поселка // Альтернативная энергетика и экология. 2012. Вып., 02. С. 177-182.

29. Viessmann. Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения. – К. «Злато-Граф», 2010. 195 с.

30. Солнечная теплотехника: Документация для проектирования. Режим доступа: <https://www.bosch-climate.ru/files/201212111400560.solar%20planning%20.pdf> 18. Мазурова О.К. Автономное теплоснабжение: Учебное пособие / О.К. Мазурова, Н.В. Кузнецов, А.Н. Бутенко - Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2011. – 150 с.

31. Колтун, М.М. Оптика и метрология солнечных элементов/ М.М. Колтун. - М.: Наука, 1984. – 280 с.

32. Тарнижевский, Б.В. Определение показателей работы солнечных установок в зависимости от характера радиационного режима/ Б.В. Тарнижевский// Теплоэнергетика. - 1960. Вып. 2. - С. 18-26.

33. Гременок, В.Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов/В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. - Минск: Изд. центр БГУ, 2007. - 222с.

34. Петренко Ю.Н., Трещ А.М. Использование солнечной энергии для питания бытовых потребителей// Энергетика. 2013. Вып., 1. С. 40-46.