

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ABSTRACT.....	5
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ	8
1.1 Технологія виробництва сонячних панелей.....	8
1.2 Технології монтажу сонячних панелей	10
1.3 Виробництво сонячних колекторів.....	12
1.4 “Зелений тариф ” в Україні	16
1.5 Виробництво сонячних панелей в Україні та Світі	19
1.6 Державна підтримка у будівництві сонячних електростанцій.....	23
1.7 Висновки до розділу 1	25
2 ВПЛИВ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ГУНТОВИЙ ПОКРИВ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	27
2.1 Екологічна оцінка використання сонячної енергетики	28
2.2 Вплив сонячних електростанцій на ґрунт та ґрунтових рослин.....	32
2.3 Утилізація сонячних панелей.....	33
2.4 Висновки до 2 розділу	37
3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.....	38
3.1 Використання агровольтаїки.....	38
3.2 Підбір сільськогосподарських культур, що можуть рости під сонячними панелями	41
3.3 Висновки до розділу 3	43
4 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ	45
4.1 Розрахунки доцільності використання сонячних панелей	46
4.2 Висновки до розділу 4	53

5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСАНЦІЙ.....	55
ВИСНОВОК	58
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	61
Додаток А Технічне завдання.....	65
Додаток Б Вихідні дані.....	65

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 59 ст., 8 рис., 4 табл., 33 джерел.

В магістерській кваліфікаційній роботі проаналізовано проблеми використання сонячних панелей. Вплив сонячних панелей на ґрунт та рослинний покрив. Розглянуто технології виробництва і монтажу сонячних панелей. Також розглянуто методи утилізації сонячних панелей. Розроблено заходи щодо екологічної безпеки сонячних електростанцій. наведено способи раціонального використання ґрунтів на сонячних електростанціях. Також було здійснено підбір сільськогосподарських рослин здатних рости і давати урожай під сонячними панелями, проаналізовано вплив сонячних панелей на ґрунтовий покрив та довкілля в цілому.

Метою роботи є розробка заходів екологічної безпеки місць розташування сонячних панелей.

В роботі наведено рекомендації щодо підвищення екологічної безпеки сонячних електростанцій.

СОНЯЧНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ, АГРОВОЛЬТАЇКА, «ЗЕЛЕНИЙ ТАРИФ», УТИЛІЗАЦІЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ.

ABSTRACT

Master's thesis: 59 centuries, 8 figures, 4 tables, 33 sources. The master's qualification work analyzes the problems of using solar panels. Influence of solar panels on soil and vegetation. Technologies of production and installation of solar panels are considered. Methods of utilization of solar panels are also considered. Measures for environmental safety of solar power plants have been developed. methods of rational use of soils at solar power plants are given.

Also, the selection of agricultural plants capable of growing and yielding under solar panels was carried out, the impact of solar panels on the soil cover and the environment in general was analyzed. The aim of the work is to develop environmental safety measures for the location of solar panels. The paper presents recommendations for improving the environmental safety of solar power plants.

SOLAR POWER PLANTS, AGROVOLTAICS, "GREEN TARIFF",
UTILIZATION OF SOLAR PANELS.

ВСТУП

Актуальність роботи. Альтернативні джерела електроенергії стають все більш актуальними та доступними у побутовому і промисловому використанні. Так як у недалекому майбутньому буде досить важко задовольняти потреби людства за рахунок не відновлювальних джерел енергії, тому людство все більше звертає увагу на альтернативну енергетику, одним з найперспективніших напрямків якої є сонячна енергетика.

Сонце є найпотужнішим джерелом екологічно чистої енергії. На кожний квадратний метр поверхні земної атмосфери падає 1300 Вт сонячної енергії. Найперспективнішим методом отримання електроенергії вважається безпосереднього перетворення випромінювання на електричну енергію за допомогою сонячних батарей.

Сонячні електростанції під час роботи не забруднюють навколишнє природне середовище, а ось що стосується утилізації сонячних панелей, то тут кардинально інша ситуація. Утилізація значних обсягів сонячних модулів на конкретній території призводить до збільшення ризику для місцевої флори, фауни і для здоров'я людей. Витік хімічних реагентів з утилізованих модулів дає можливість зараження місцевого ґрунту і поверхневих вод.

Актуальність даної теми пов'язана з тим, що на сьогодні сонячна енергія все більше розвивається. Будуються сонячні електростанції які займають досить великі земельні площі і земельні території не раціонально використовуються.

Метою даної роботи є розробка заходів екологічної безпеки місць розташування сонячних панелей. Для раціонального використання земель під сонячними панелями.

Задачі магістерської кваліфікаційної роботи:

1. Проаналізувати проблеми використанні сонячних панелей.
2. Проаналізувати вплив сонячних електростанцій на довкілля.
3. Розробити заходи екологічної безпеки сонячних електростанцій.

4. Підбір рослин під сонячні панелі.
5. Розрахувати економічну ефективність впровадження заходів екологічної безпеки сонячних електростанцій.

Об'єктом магістерської кваліфікаційної роботи є сонячні електростанції, сонячні панелі.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є процес розробки заходів екологічної безпеки сонячних електростанцій.

Наукова новизна:

1. Вперше розроблено заходи екологічної безпеки місць розташування сонячних панелей, що включають розробку агровольтаїчних заходів з можливістю вирощування біомаси під сонячними панелями, що дозволяє більш ефективно використовувати зайняті під сонячні панелі землі.
2. Дістало подальшого розвитку дослідження пов'язані з утилізацією та переробленням використаних сонячних панелей на Вінниччині.
3. Дістало подальшого розвитку дослідження ефективності вирощування різних сортів рослин в затінку від сонячних панелей, з можливістю залучення овочевих культур.
4. Дістало подальшого розвитку дослідження ефективності впровадження заходів екологічної безпеки сонячних електростанцій з отриманням прибутку та високими термінами окупності.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання даних розрахунків для зменшення забруднень навколишнього природного середовища на території Вінницької області.

Особистий внесок автора. Автором зазначено основні завдання роботи, обрано та опановано методи їх вирішення, підібрано та опрацьовано літературні джерела, здійснено аналіз і теоретичне обґрунтування зібраного матеріалу, його узагальнення та формулювання.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

1.1 Технологія виробництва сонячних панелей

Технологічний процес виготовлення сонячних панелей складається з декількох етапів:

Перший етап. Перше з чого починається будь-яке виробництво, в тому числі і виробництво сонячних батарей – це підготовка сировини. Основною сировиною в даному випадку служить кремній, а точніше кварцовий пісок певних порід.

Технологія підготовки сировини складається з 2 процесів:

- Етап високотемпературного плавлення
- Етап синтезу, що супроводжується додаванням різних хімічних речовин.

Шляхом цих процесів досягають максимального ступеня очищення кремнію до 99,99%. Для виготовлення сонячних батарей найчастіше використовують монокристалічний і полікристалічний кремній. Технології їх виробництва різні, але процес отримання полікристалічного кремнію менш витратний. Тому сонячні батареї, виготовлені з цього виду кремнію, обходяться споживачам дешевше.

Після того, як кремній пройшов очищення, його розрізають на тонкі пластини, які, в свою чергу, ретельно тестують, виробляючи замір електричних параметрів за допомогою світлових спалахів ксенонових ламп високої потужності. Після проведених випробувань пластини сортують і відправляють на наступний етап виробництва [2].

Другий етап. Являє собою процес пайки пластин в секції, з подальшим формуванням з цих секцій блоків на склі. Для перенесення готових секцій на поверхню скла використовують вакуумні держакі. Це необхідно для того, щоб виключити можливість механічного впливу на готові сонячні елементи. Секції, як правило, формують з 9 або 10 сонячних елементів, а блоки – з 4 або 6 секцій.

Третій етап. Ламінування. спаяні блоки фотоелектричних пластин ламінують етиленвінілацетатною плівкою і спеціальним захисним покриттям. Використання комп'ютерного управління дозволяє стежити за рівнем температури, вакууму і тиску. А також програмувати необхідні умови ламінування в разі використання різних матеріалів [1].

Четвертий етап. Монтування. На останньому етапі виготовлення блоків сонячних батарей монтується алюмінієва рама і сполучна коробка. Для надійного з'єднання коробки і модуля використовується спеціальний герметик-клей. Після чого сонячні батареї проходять тестування, де вимірюють показники струму короткого замикання, струму і напруги точки максимальної потужності і напруги холостого ходу. Для отримання необхідних значень сили струму і напруги можливе об'єднання не тільки сонячних елементів, але і готових сонячних блоків між собою.

Основне обладнання, яке використовується в процесі виробництва сонячних панелей:

1. Стіл для переміщення. Незамінний при здійсненні різних дій з сонячними модулями. Обрізка країв, укладка, установка сполучної коробки – ці та багато інших операцій виробляють виключно на даному столі. Закріплені на стільниці неметалеві кульки дозволяють без будь-яких зусиль переміщати модуль, не пошкоджуючи його при цьому.

2. Ламінатор для сонячних батарей. Як зрозуміло з назви, дане обладнання застосовується при ламінації сонячних елементів. Всі необхідні параметри підтримуються спеціальними контролерами. Є можливість вибору як повністю автоматизованого режиму роботи, так і ручного управління.

3. Інструмент для різання кремнію. Розрізання здійснюється волоконним лазером. Розміри задаються програмно.

4. Машина для очищення скла. Устаткування використовується для очищення скляних підкладок. Процес відбувається в кілька етапів. Спочатку скло очищають з використанням миючого засобу, для чого застосовують

нейлонові щітки, а потім споліскують деіонізованою водою в 2 етапи. Потім скляні підкладки сушать холодним і гарячим повітрям [1].

1.2 Технології монтажу сонячних панелей

Конструкції з сонячними панелями можна встановлювати на дахах і стінах будинків і на землі. При їх установці потрібно враховувати такі фактори, як простота монтажу, можливість очищення від забруднень, рівень затінення, ризик пошкодження і злочинства. Ефективність роботи сонячних панелей залежить від їх позиціонування по сторонах світу і кута нахилу. Для України в середньому кут нахилу батарей взимку повинен складати приблизно 70 градусів, влітку - 30 градусів. Якщо немає можливості сезонно міняти кут нахилу, можна встановити за середнім значенням (35-50градусів). Розташовувати сонячну батарею необхідно в максимально освітленому місці. При цьому вибирати його треба з урахуванням факторів затінення. Сонячні батареї найчастіше монтуються на спеціальні окремо розташовані конструкції або на дах будинку або господарської споруди. У деяких випадках можлива і установка на стіни.

Установка на спеціальні окремо розташовані конструкції має ряд переваг.

По-перше, можна розташувати панелі в правильному напрямку, строго на південь, чого не завжди вдається домогтися при монтажі на дах.

По-друге, при такому розміщенні їх простіше очищати від пилу і снігу, ніж на даху.

По-третє, при установці на дах, особливо мансардний, є ризик порушити його герметичність кріпленням від сонячних батарей [4].

Сонячні панелі встановлюють на рухомому підставку, підключеному до системи стеження за Сонцем. згідно зафіксованих даних, для отримання максимальної потужності від сонячних батарей необхідно, щоб сонячні промені потрапляли на площину батарей перпендикулярно. При такому напрямку променів ККД сонячних батарей може досягати 50-55%. Для стаціонарно

встановлених батареї цей показник може знижуватися до 8-14%, додатково від мінімальних перепадів рельєфу 12-17% з-за зміни кута падіння сонячних променів на протязі дня. Пристрій стеження складається з двох важливих частин: механізму, який здійснює поворот і нахил батареї в потрібну сторону і електронної схеми, яка приводить в дію механізм. Саме обертання можливо завдяки двигуну, робота якого регулюється автоматикою. Автоматика «стежить» за місцем розташування Сонця на небі і в міру його просування в західному напрямку, дає сигнал двигуну робити поворот всіх батареї [2].

Отримання енергії для двигуна йде від самих сонячних батареї. Стеження за сонцем робить саме сонце, що є додатковою економією енергії й коштів. Комплекс СЕС є фотоелектричною сонячною електростанцією, електрична енергія в якій видобувається способом прямого перетворення енергії сонячного випромінювання в електроенергію, включає в себе одну загальну територію для розміщення сонячних електричних модулів (ФЕМ) з інверторами та трансформаторами.

Перетворення енергії сонця в електричну з допомогою фотоелектричного модуля засноване на фотоелектричному ефекті, який виникає в неоднорідних напівпровідникових структурах при попаданні на них сонячного світла. Створюється р-n (або n-p) перехід введенням в напівпровідниковий матеріал - базу домішки з протилежним знаком провідності. В результаті при попаданні на р-n перехід сонячного випромінювання відбувається збудження електронів валентної зони і утворюється електричний струм (постійний) у зовнішньому ланцюзі.

Модулі встановлюються з нахилом, який залежить від географічної широти місцевості-району в літній та зимовий час, складаються з елементів полікристалічного кремнію. Отриманий струм проходить через інвертор і перетворюється в змінний струм, який використовується всіма побутовими приладами. Далі змінний струм передається по кабелях на модульний трансформатор для підвищення напруги і потім – на пристанційний вузол для

розподілу по мережі, або для передачі до найближчої ПС. В склад комплексу СЕС також входять контролери та електролічильники, система моніторингу [3].

Контролер – це пульт управління сонячною фотоелектричною системою, який не допускає перевантаження системи або зворотного струму в нічний час. Електролічильник фіксує, скільки електроенергії подається в загальну мережу або скільки споживається (при необхідності) наприклад, в зимовий час.

1.3 Виробництво сонячних колекторів

В основі багатьох сонячних енергетичних систем лежить застосування сонячних колекторів. Колектор поглинає світлову енергію Сонця і перетворює її в тепло, яке передається теплоносію (рідині або повітрю) і потім використовується для обігріву будівель, нагріву води, виробництва електрики, сушки сільськогосподарської продукції або приготування їжі.

Сонячні колектори можуть застосовуватися практично у всіх процесах, що використовують тепло.

Типовий сонячний колектор накопичує сонячну енергію в встановлених на даху будівлі модулях трубок і металевих пластин, пофарбованих у чорний колір для максимального поглинання радіації. Вони укладені в скляний або пластмасовий корпус і нахилені на південь, щоб вловлювати максимум сонячного світла. Таким чином, колектор являє собою мініатюрну теплицю, що накопичує тепло під скляною панеллю.

Оскільки сонячна радіація розподілена по поверхні, колектор повинен мати велику площу. Існують сонячні колектори різних розмірів і конструкцій в залежності від їх застосування. Вони можуть забезпечувати господарство гарячою водою для прання, миття та приготування їжі, або використовуватися для попереднього нагріву води для існуючих водонагрівачів.

В даний час ринок пропонує безліч різних моделей колекторів.

Інтегрований колектор – найпростіший вид сонячного колектора, "ємнісний" або "термосифонний колектор", який отримав цю назву тому, що

колектор одночасно є і теплоакумулюючі з баком, в якому нагрівається і зберігається "одноразова" порція води. Такі колектори використовуються для попереднього нагріву води, яка потім нагрівається до потрібної температури в традиційних установках, наприклад, в газових колонках. В умовах домашнього господарства попередньо підігріта вода надходить в бак-накопичувач. Завдяки цьому знижується споживання енергії на подальший її нагрів. Такий колектор – недорога альтернатива активної сонячної водонагрівальної системі, що не використовує рухомих частин (насосів), що вимагає мінімального техобслуговування, з нульовими експлуатаційними витратами [2].

Плоскі колектори – найпоширеніший вид сонячних колекторів, що використовуються в побутових водонагрівальних і опалювальних системах. Зазвичай цей колектор являє собою теплоізований металевий ящик зі скляною або пластмасовою кришкою, в якій поміщена пофарбована в чорний колір пластина абсорбера (поглиначка). Плоскі колектори зображено на (рисунку 1.1)

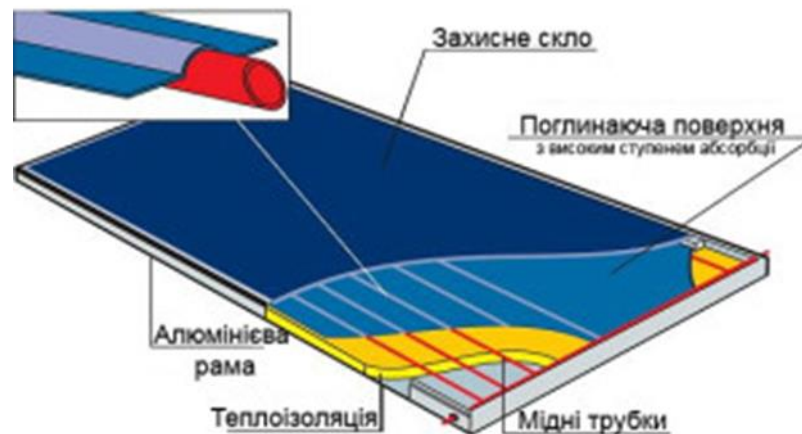


Рисунок 1.1– Плоский сонячний колектор

Скління може бути прозорим або матовим. У плоских колекторах зазвичай використовується матове, пропускає тільки світло, скло з низьким вмістом заліза (воно пропускає значну частину сонячного світла, що надходить на колектор). Сонячне світло потрапляє на теплосприймаючу пластину, а завдяки склінню знижуються втрати тепла. Дно і бічні стінки колектора покривають теплоізоляційним матеріалом, що ще більше скорочує теплові втрати.

Плоскі колектори діляться на рідинні і повітряні. Обидва види колекторів бувають зашкеленими і незашкеленими.

Фокусуючі колектори (концентратори) використовують дзеркальні поверхні для концентрації сонячної енергії на поглинач, який також називається "теплоприймачем"(рисунок 1.2).

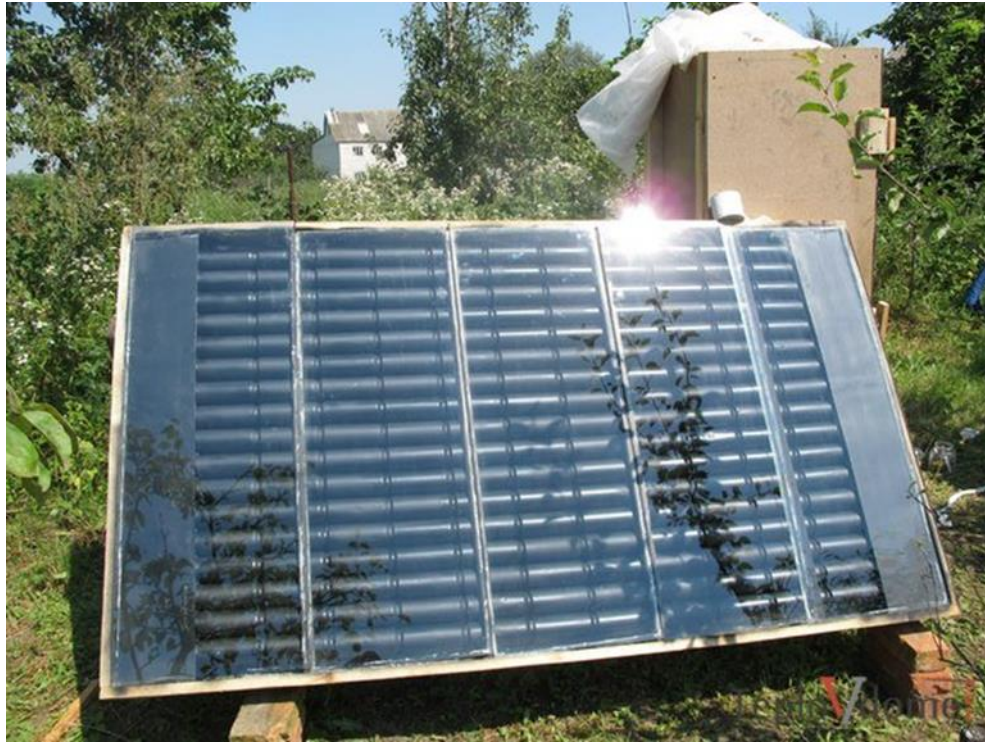


Рисунок 1.2 – Фокусуючий сонячний колектор

Температура, яка ними досягається є значно вищою, ніж на плоских колекторах, але вони можуть концентрувати тільки пряме сонячне випромінювання, що негативно вплине на доступність показників в тьмяну або хмарну погоду. Дзеркальна поверхня фокусує сонячне світло, відбите з великої поверхні, на меншу поверхню абсорбера, завдяки чому досягається висока температура [3].

У деяких моделях сонячне випромінювання концентрується в фокусній точці, тоді як в інших – промені сонця концентруються уздовж тонкої фокальної лінії. Приймач розташований в фокусній точці або уздовж фокальної лінії. Рідина-теплоносій проходить через приймач і поглинає тепло. Такі колектори-концентратори найбільш придатні для регіонів з високою інсоляцією - близько до екватора і в пустельних районах. Існують і інші недорогі

технологічно нескладні сонячні колектори вузького призначення – сонячні печі (для приготування їжі) і сонячні дистилятори, які дозволяють дешево отримати дистильовану воду практично з будь-якого джерела.

Сонячні дистилятори забезпечують дешеву дистильовану воду, причому джерелом може служити навіть солоня або сильно забруднена вода. В їх основі лежить принцип випаровування води з відкритого контейнера. Сонячний дистилятор використовує енергію Сонця для прискорення цього процесу. Складається він з теплоізолюваного контейнера темного кольору з склінням, яке нахилене з таким розрахунком, щоб конденсат з прісної води стікав в спеціальну ємність. Невеликий сонячний дистилятор - розміром з кухонну плиту – в сонячний день може виробляти до десяти літрів дистильованої води.

Базова схема сонячної геліосистеми для нагріву холодної води зображено на (рисунку 1.3), яка включає – сонячний колектор, бойлер для гарячої води, циркуляційний насос, контролер геліосистеми, датчик температури. Сонячна установка складається з колектора, теплообмінного контуру і акумулятора тепла. Рідина циркулює в колекторі. Теплоносій нагрівається від сонця і віддає енергію воді, що знаходиться в баку. Там вона залишається до її використання [4].

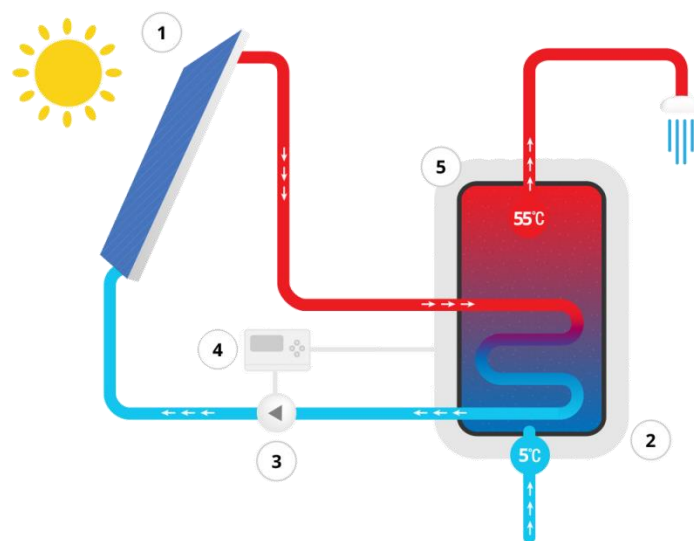


Рисунок 1.3 – Базова схема сонячної геліосистеми для нагріву холодної води

1.4 «Зелений тариф» в Україні

Поняття «зелений тариф» в Україні з'явилося у жовтні 1997 р., після прийняття Закону «Про електроенергетику». Однак перші кроки щодо його впровадження було здійснено лише у 2009 р., коли Верховна Рада прийняла поправки до законів «Про електроенергетику» та «Про альтернативні джерела енергії», в яких вперше був прописаний механізм формування «зеленого» тарифу, який повинен був стимулювати приплив інвестицій в цю галузь, що, до речі, відповідало міжнародній практиці підтримки галузі.

На даний момент основними нормативно-правовими актами, які регулюють питання «зеленого» тарифу є: Закон України «Про ринок електричної енергії»; Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу; Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії»; Закон України «Про альтернативні джерела енергії».

Відповідно до чинного законодавства, «зелений» тариф – це спеціальний тариф, за яким закупається електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, та з використанням гідроенергії – вироблена лише мікро-, міні- та малими ГЕС). Встановлюється «зелений» тариф Національною комісією з регулювання енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) для кожного суб'єкта господарювання, який виробляє електричну енергію з альтернативних джерел енергії, за кожним видом альтернативної енергії та для кожного об'єкта електроенергетики (або для кожної черги будівництва електростанції (пускового комплексу))[6].

«Зелений» тариф прив'язаний до курсу євро. Державний регулятор вчасно його індексує у відповідності до зростання курсу – нині він складає 15 євроцентів за кВт·год, тоді як у більшості європейських країн його ціна не

перевищує 8,6 євроцентів . Собівартість 1 кВт·год від ВДЕ в Україні, становить 2-3 євроценти, що більше ніж удесятеро вище порівняно з тарифом «Енергоатому».

Згідно чинного законодавства, власники «зеленої» енергії продають її оптовому ринку (ДП «Енергоринок»), який зобов'язаний її купити за «зеленим» тарифом. На оптовому ринку електроенергії, куди відпускають свої кіловати всі виробники електроенергії (АЕС, великі ГЕС/ГАЕС, ТЕС і ТЕЦ), вони «змішуються» і за усередненим тарифом продаються енергопостачальним компаніям, які, своєю чергою, реалізують їх споживачам, які фактично і сплачують «зелений» тариф.

Враховуючи нинішню частку відновлюваної генерації в структурі виробництва електроенергії в країні на рівні 1,5%, «зелені» отримують з ринку 8% загального грошового потоку, що продиктовано різницею в тарифах між традиційною генерацією та нетрадиційною, що складає ~ 10 млрд. грн. на рік за самими високими в Європі тарифами. Поки що високі ставки «зеленого» тарифу непомітні для кінцевого споживача. Однак при проходженні певного порогу потужності підключень за «зеленим» тарифом, може стати обтяжливою для ринку електроенергії та спричинити відчутне зростання цін для споживачів.

«Зелений» тариф – не єдиний механізм стимулювання відновлюваної енергетики. У світі застосовуються і інші моделі підтримки виробництва чистої енергії, зокрема регулювання квотами із застосуванням системи «зелених» сертифікатів. Її суть у тому, що кожна нова кіловат-година з ВДЕ отримує визначену кількість сертифікатів, які продаються та купуються на вільному ринку. Щоб створювати попит на ці сертифікати, регулятор встановлює квоти на обов'язковий вміст «зеленої» енергії в усьому об'ємі продажу електроенергії постачальниками.

Якщо виробляється більше «зеленої» енергії, ніж передбачено квотою, виробник може продати ці обсяги за сертифікатом іншому об'єкту, який ще не виконав зобов'язання за квотами. Вказані інструменти, як правило, використовуються в різних формах і декілька одночасно, а також

доповнюються іншими, наприклад інвестиційними грантами. Наразі у світі набувають поширення тарифні аукціони – нові ринкові інструменти, які дають можливість впроваджувати проекти екологічно чистої енергії на ринкових аукціонних засадах, що дозволяє забезпечити конкуренцію і прозорий процес встановлення легітимних ринкових тарифів на електроенергію з ВДЕ зі зниженням ціни кіловат-години та дотримання інтересів як інвестора, так і споживача [5].

Для України, з її занадто завищеним «зеленим» тарифом, впровадження аукціонів має важливий характер. У червні 2018 р. зареєстровано Проект Закону про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії (Законопроект), згідно якого пропонується з 01.07.2019 р. запровадити новий порядок таких аукціонів. Переможцем аукціону визнається учасник, який запропонував найнижчу ціну електроенергії. Однак перший загальнодержавний аукціон буде стосуватись розподілу квот лише у 2020 р., а «зелений» тариф буде застосовуватися до 2030 р. для об'єктів, введених в експлуатацію до 01.07.2019 р. та для електростанцій потужністю до 10 МВт (для сонячної енергії) та до 20 МВт (для вітрової енергії), введених в експлуатацію після 01.07.2019 р. разом з тим, Законопроект передбачає зменшення розміру «зеленого» тарифу для сонячних електростанцій з 2020 р. на 30%

Нормативно-правове визначення «зеленого» тарифу дане в Законі України «Про електроенергетику». Згідно ст.1 цього Закону «зелений» тариф – це спеціальний тариф, по якому закуповується електрична енергія, що вироблена на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (окрім доменного і коксівного газів, а з використанням гідроенергії –вироблена тільки мікро-, міні- і малими гідроелектростанціями) [5].

Оптовий ринок зобов'язаний купувати за «зеленим» тарифом у суб'єктів господарювання (яким встановлений «зелений» тариф) усю електричну

енергію, вироблену на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії (окрім доменного і коксівного газів, а з використанням гідроенергії – вироблену тільки мікро-, міні- і малими гідроелектростанціями), незалежно від величини встановленої потужності або об'ємів її відпустки. Така електрична енергія може бути також реалізована безпосередньо за договорами із споживачами або енергопостачальниками.

На сьогодні коефіцієнт «зеленого» тарифу для електроенергії, зробленої з використанням альтернативних джерел енергії, встановлюється залежно від дати введення відповідного об'єкту енергетики в експлуатацію [6].

1.5 Виробництво сонячних панелей в Україні та Світі

У зв'язку зі збільшенням попиту на фотоелектричні модулі, в останні роки з'явилася величезна кількість нових виробників на ринку. Зазвичай людині, яка ніколи не стикалася з сонячними батареями, складно визначитися і зробити вибір на користь того чи іншого виробництва.

Сьогодні великий попит мають китайські панелі, так як їх вартість на порядок нижче, ніж системи виробництва США та Європи. Оплата праці в країнах Європейського Союзу та Північної Америки значно вище, тому багато великих виробників прагнуть відкрити представництва в Південно-Східній Азії. Також свою продукцію на ринку пропонують виробники Японії, оцінна вартість якої тримається на одному рівні з європейськими та американськими конкурентами. Список провідних виробників сонячних батарей ґрунтується на якості і кількості поставок.

Таким чином, рейтинг кращої п'ятірки виглядає так:

1. AVi-Solar – один з лідерів серед європейських виробників компонентів фотоелектричних систем. На даний момент виробництво обладнання ведеться на східно-азіатських підприємствах (Sunrise Solartec, Q-Solar, APC, Stark-Country). Головний офіс розташований у Великобританії.

З недавнього часу компанія Abi-Solar приступила до постачань в Україну полікристалічних фотоелектричних панелей, створених за новою технологією - 4BB (що розшифровується як «4 bus bar»)

У полікристалічних осередках панелей CL-P72310-D нового модельного ряду, що мають відповідно потужність 250 і 300 Вт, знаходиться по чотири струмопровідних шини. У той час як попередні моделі несли в собі лише по 3 шини. Завдяки впровадженню цього технологічного нововведення виробникові вдалося досягти значного приросту енергоефективності модулів і поліпшити їх експлуатаційні характеристики.

Полікристалічні фотомодулі ABi-Solar мають одні з кращих показників ефективності в галузі - 16%. Допуск по потужності становить всього $\pm 3\%$, що зафіксовано тестами кожної фотопанелі.

Абсолютно всі компоненти Abi-Solar панель адаптовані спеціальним чином для використання в умовах центрально-європейського рівня інсоляції і призначені для побудови найбільш ефективних і рентабельних фотоелектричних станцій. ABi-Solar виробляє фотоелектричні модулі виключно найвищого класу - Grade A.

2. Panasonic (SolarCity) – Один з найбільших в світі виробників електротоварів, головний офіс якого розташований в Японії. Порівняно недавно відбулося об'єднання великої японської корпорації з американським виробником електромобілів Tesla Motors. Інвестиції Panasonic в виробництво фотоелектричних модулів на фабриці Tesla, розташованій в Нью-Йорку (акціонери Tesla Motors викупили завод Solar City), складають понад 250 млн доларів.

Розроблений компанією Panasonic прототип сонячної батареї має потужність 270 Вт і складається з 72 осередків. На відміну від SolarCity, яка використовує стандартні фотоелектричні елементи, в конструкції сонячних батарей Panasonic застосовуються тонкошарові фотоелементи.

3. Viessmann – Належить німецькій компанії Viessmann Werke GmbH & Co. KG, що виробляє системи опалення / охолодження і промислові установки. До

складу концерну Viessmann Group входить 22 підприємства в 11 країнах світу. Основним принципом підприємства є стабільність, так як фірма Viessmann - це сімейний концерн.

Компанія має членство в групі охорони клімату та ефективного використання енергії в німецькій екології. Тому особлива увага приділяється розробці і постачанні екологічно чистих і енергетично ефективних систем на громадський і виробничий ринки. Значна кількість розробок фірми Viessmann визнані видатними досягненнями в розвитку техніки опалення.

Модель Vitosol 100-F успішно випускається вже багато років і постійно вдосконалюється. Завдяки невеликій вазі монтаж колектора став ще більш простим. Висока якість продукції забезпечує безпечну експлуатацію, довгий термін служби, високий ККД.

Високочутливе геліотитановим покриття дуже ефективно поглинає сонячну енергію, завдяки чому досягається високий ККД. Корпус Vitosol 100-F складається з геліосклом і високоміцних алюмінієвих рам без косих зрізів і гострих кромки. Разом з виконанням без швів ущільненням для скляної поверхні, виготовленої з матеріалу, стійкого до ультрафіолетового випромінювання і впливу навколишнього середовища, а також міцної алюмінієвої задньої стінки, конструкція Vitosol 100-F забезпечує довгий термін експлуатації.

4. Компанія Jinko Solar – китайський виробник, один із загальноновизнаних світових лідерів у виробництві обладнання для сонячної енергетики (постійний учасник ТОП-5 в списку Tier-1 виробників сонячних батарей). Компанія створила вертикально інтегрований виробничий ланцюжок виробництва обладнання, який дозволяє випускати щорічно сонячних модулів і панелей сумарною потужністю понад 15 ГВт. Компанія нараховує понад 15 тисяч співробітників, 6 виробничих об'єктів в Китаї, Південній Африці та Португалії, 15 дочірніх компаній – за кордоном (дві в Японії, а також в Індії, Німеччині, Туреччині, Сінгапурі, Бразилії, Австралії, Чилі, Канаді, США, Швейцарії, Мексиці, Південній Африці).

У сонячних модулях встановлюються фотоелементи, які мають чотири шини - така конструкція дозволила отримувати генерований струм з найменшими втратами з усією площі пластини. Це дало можливість домогтися підняти продуктивність сонячного модуля до 21%, це один з найвищих показників на ринку сонячних модулів. Використання прогресивної текстурованою поверхні скла і фотоелементів дозволило підвищити показники виробництва електроенергії в умовах низької освітленості.

Сонячна панель Jinko здатна витримувати дуже великі зовнішні навантаження, які підтверджені відповідними сертифікатами: максимальне аеродинамічне (вітрове) навантаження складає 2,4 кПа, сніжне навантаження - 5,4 кПа. Сертифікат TUV NORD гарантує високий ступінь захисту від впливу аміаку і солі.

5.Trina Solar Limited – китайський виробник фотоелектричних модулів. Компанія була заснована в 1997 році. Сонячні батареї Trina Solar забезпечують електроенергією житлові, комерційні та промислові об'єкти по всьому світу. Китайська компанія успішно завершила первинне публічне розміщення акцій на Нью-Йоркській фондовій біржі в грудні 2006 року. З 2011 року Trina Solar є спонсором команди Renault F1 Team. Trina Solar активно розширює свій бізнес. У 2009 році вона продала генеруючі потужності в 400 МВт і вже через два роки збільшила поставки майже в чотири рази. Trina Solar також є вертикально інтегрованою компанією. Вважається, що в ситуації падіння цін подібна бізнес-організація дозволяє компанії витримати більше тиску з боку конкурентів.

Серія Mono: потужність від 185 до 195 Вт. Монокристалічні сонячні батареї Trina Solar забезпечують оптимальне співвідношення вартості і генеруючої потужності.

Серія Multi: потужність від 230 до 305 Вт. Полікристалічні фотоелектричні панелі прекрасно підходять для великомасштабних проєктів. Серія Solution: об'єднує передові фотоелектричні модулі і інноваційну систему кріплення Trinamount.

1.6 Державна підтримка у будівництві сонячних електростанцій

За темпами зростання ринку сонячної електроенергетики за останні кілька років Україна займає лідируючі позиції в Європі. Наша країна проголосила курс на забезпечення енергонезалежності, при цьому одним з найважливіших компонентів є розвиток альтернативної енергетики. Державною програмою передбачено, що до 2020 року частка ВДЕ має зрости до 11%, при цьому практично весь приріст буде забезпечений саме за рахунок сонячних і вітрових електростанцій.

Чинним законодавством України передбачені пільги при оподаткуванні на прибуток і пільги при імпорті.

- 1) Пільги при оподаткуванні на прибуток:
- 2) Звільнення від оподаткування на прибуток 80% прибутку підприємств.

Згідно п. 158.1. ст. 158 Податкового кодексу звільняється від оподаткування на прибуток 80% прибутку підприємств, отриманого від продажу на митній території України товарів власного виробництва, а саме: устаткування, яке працює на поновлюваних джерелах енергії; матеріалів, сировини, устаткування і комплектуючих, які використовуватимуться при виробництві енергії з поновлюваних джерел енергії; енергозберігаючого устаткування і матеріалів, виробів, експлуатація яких забезпечує економію і раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів; засобів виміру, контролю і управління витратами паливно-енергетичних ресурсів.

Звільнення від оподаткування діє впродовж п'яти років з моменту отримання першого прибутку внаслідок підвищення енергоефективності виробництва. При цьому платник повинен забезпечити роздільний облік прибутку або збитків, отриманих від продажу на митній території України таких товарів. Суми коштів, вивільнених у зв'язку з наданням податкової пільги, спрямовуються платником податку на збільшення обсягів виробництва.

У разі порушення цільового використання коштів платник податків зобов'язаний визначити прибуток, що не оподатковується у зв'язку з наданням податкової пільги, і обкласти її в поточному періоді, а також платити за відповідний період пеню у розмірі 120 відсотків річних облікової ставки НБУ. Звільнення від оподаткування на прибуток 50% прибутку підприємств. Згідно п.158.2. ст.158 Податкового кодексу України звільняється від оподаткування 50% прибутку, отриманого від здійснення енергоефективних заходів і реалізації енергоефективних проектів підприємств, які включені в Державний реєстр підприємств, установ і організацій, що здійснюють розробку, впровадження і використання енергоефективних заходів і енергоефективних проектів строком на п'ять років з моменту отримання першого прибутку внаслідок підвищення енергоефективності виробництва [11].

До вище згаданого реєстру включаються підприємства, установи та організації, які включені в галузеві програми по енергоефективності і за результатами проведення експертизи в порядку, встановленому центральним органом виконавчої влади з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів, отримали висновок такого органу про відповідність енергоефективних заходів і енергоефективних проектів, які вже впроваджені або знаходяться на стадії розробки і впровадження, критеріям енергоефективності і включені в галузеві програми з енергоефективності. При впровадженні платником податків енергоефективних заходів і енергоефективних проектів такий платник повинен забезпечити роздільний облік прибутку або збитків, отриманих від здійснення енергоефективних заходів і реалізації енергоефективних проектів.

2) Пільги при імпорті

Відповідно до п.197.16 ст.197 Податкового кодексу України і п.п. 14, 16 ч.1. ст.282 Митного кодексу України звільняються від оподаткування на додану вартість і від оплати ввізного мита операції по ввезенню на територію України:

устаткування, яке працює на поновлюваних джерелах енергії, енергозберігаючого устаткування і матеріалів, засобів виміру, контролю і

управління витратами паливно-енергетичних ресурсів, устаткування і матеріалів для виробництва енергії з поновлюваних джерел енергії;

матеріалів, устаткування, комплектуючих, використовуваних для виробництва:

- устаткування, яке працює на поновлюваних джерелах енергії;
- матеріалів, сировини, устаткування і комплектуючих, які використовуватимуться у виробництві енергії з поновлюваних джерел енергії;
- енергозберігаючого устаткування і матеріалів, виробів, експлуатація яких забезпечує економію і раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів;
- засобів виміру, контролю і управління витратами паливно-енергетичних ресурсів.

Таким чином, можна говорити про те, що на сьогодні позитивна динаміка розвитку сонячної енергетики в Україні пояснюється не лише сприятливими кліматичними чинниками, але і створенням належної нормативно-правової бази для регулювання цієї галузі [11].

1.7 Висновки до розділу 1

Отже, технологія виробництва сонячних панелей складається з чотирьох етапів:

1. Підготовка сировини.
2. Пайка пластин.
3. Ламінування.
4. Монтування.

Конструкції з сонячними панелями можна встановлювати на дахах і стінах будинків і на землі. При їх установці потрібно враховувати такі фактори, як простота монтажу, можливість очищення від забруднень, рівень затінення, ризик пошкодження і злочинства. Ефективність роботи сонячних панелей залежить від їх позиціонування по сторонах світу і кута нахилу. Для України в

середньому кут нахилу батарей взимку повинен складати приблизно 70 градусів, влітку - 30 градусів.

У зв'язку зі збільшенням попиту на фотоелектричні модулі, в останні роки з'явилася величезна кількість нових виробників на ринку. Зазвичай людині, яка ніколи не стикалася з сонячними батареями, складно визначитися і зробити вибір на користь того чи іншого виробництва.

Відповідно до чинного законодавства, «зелений» тариф – це спеціальний тариф, за яким закупається електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, та з використанням гідроенергії – вироблена лише мікро-, міні- та малими ГЕС).

Чинним законодавством України передбачені пільги при оподаткуванні на прибуток і пільги при імпорті.

- 1) Пільги при оподаткуванні на прибуток:
- 2) Звільнення від оподаткування на прибуток 80% прибутку підприємств.

2 ВПЛИВ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ГУНТОВИЙ ПОКРИВ ТА ДОВКІЛЛЯ

Головними перевагами використання сонячної енергії є: екологічна чистота, надійність та можливість довготривалої експлуатації, безпека (наявність автоматичного захисту від короткого замикання, перегріву, перевантажень приладів, розряджання акумуляторів), простота монтування і розбирання, стійкість до впливу природних факторів. Але сонячна енергетика також має й недоліки.

По-перше, для сонячної енергетики потрібне використання великих земельних площ під електростанції (наприклад, для СЕС потужністю 1 ГВт це може бути декілька десятків квадратних кілометрів).

По-друге, СЕС не працює вночі і недостатньо ефективно працює у ранкових і вечірніх сутінках. При цьому пік споживання електроенергії припадає саме на вечірні години. Крім того, потужність електростанції може стрімко і несподівано коливатися внаслідок змін погоди. Для подолання цих недоліків потрібно або використовувати ефективні електричні акумулятори, або будувати гідроакумулюючі станції, які теж займають велику територію, або використовувати концепцію водневої енергетики, яка також поки далека від економічної ефективності.

Проблема залежності потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов може бути вирішена спорудженням сонячних аеростатних електростанцій. Ще один шлях вирішення проблеми – будівництво гібридних електростанцій, тобто вдень електроенергія виробляється параболічними концентраторами, а вночі – з природного газу.

По-третє, сонячні фотоелементи високовартісні. Ймовірно, з розвитком технології цей недолік буде подолано. Протягом 1990–2005 років ціни на фотоелементи знижувалися у середньому на 4 % щороку. Крім того, поверхню фотоелектричних панелей періодично потрібно очищувати від пилу та інших

забруднень. Зважаючи на те, що їх площа досягає декількох квадратних кілометрів, це також можна вважати серйозним недоліком [9].

2.1 Екологічна оцінка використання сонячної енергетики

Оцінка впливу здійснюється по окремих компонентах навколишнього середовища. Відповідно до вимог нормативно-правових документів оцінки впливу на компоненти довкілля проводиться з врахуванням нормальної роботи об'єкту та ймовірних надзвичайних (аварійних ситуацій). Оцінку величини і значущості впливу на компоненти природного середовища зазвичай проводиться у три етапи:

- перший етап – визначення першочергових впливів на компоненти довкілля.

- другий етап – розробка заходів з пом'якшення наслідків.

- третій етап – оцінка залишкових впливів.

В даній роботі пропонується методика для визначення значущості залишкових впливів, яку необхідно проводити після скринінгу та заходів з пом'якшення. Визначені категорії значущості залишкових впливів порівнюються з початковою якісною експертною оцінкою.

Порядок визначення значущості впливів. Значущість впливу, яка є результативним показником оцінювального впливу на конкретний компонент навколишнього природного середовища, оцінюється за такими параметрами:

- просторовий масштаб;

- часовий масштаб;

- інтенсивність.

Порівняння значень значущості впливу для кожного параметра оцінюються за бальною системою за розробленими критеріями. На відміну від соціальної сфери для природного середовища не враховується нульовий вплив – це тому, що на відміну від соціальної сфери, при будь-якій діяльності буде відбуватися вплив на природне середовище [13].

Нульовий вплив буде лише за відсутності запланованої діяльності. Для визначення значення впливу на навколишнє природне середовище рекомендується застосовувати на мультиплікативну, (множення) методологію розрахунку. Визначення просторового масштабу впливу проводиться на основі аналізу технічних рішень, математичного моделювання, чи на основі експертних оцінок можливих наслідків від впливу. Шкала оцінки просторового масштабу впливу представлена в таблиці. Визначення часового масштабу впливу на окремі компоненти природного середовища, визначається на основі аналізу, аналітичних (модельних, оцінок або експертних оцінок).

Значущість впливів на кожен компонент довкілля пропонується оцінити для різних джерел. На практиці на один компонент природного середовища можуть впливати на різні джерела, види діяльності, тому для визначення значущості впливу використовується результуюча оцінка для окремого компонента природного середовища.

Зокрема, для СЕС має значення виробництво певного виду панелей, розстановка сонячних панелей з врахуванням характеру рельєфу спорудження підстанцій – під'єднання до мережі.

Як приклад наведено екологічну оцінку СЕС Старі Богородчани, та матрицю впливу на компоненти навколишнього природного середовища – таблиця 2.1.

Мікроклімат. Можливе незначне підвищення температури атмосферного повітря над електростанцією та підвищення вологості ґрунту під панелями.

Повітряне середовище. Викиди, пов'язані із транспортуванням панелей є незначними у порівнянні з їх виробництвом не більше одного відсотка. В основному це викиди на стадії будівництва об'єкту та при можливих пожежах. При несприятливих метеорологічних умовах (сильні вітри та високі температури навколишнього повітря) в поєднанні з сухою рослинністю існує потенційний ризик виникнення пожежі. Однак фактор ризику виникнення пожежі мінімальний.

Таблиця 2.1 – Матриця впливу СЕС Старі Богородчани на компоненти навколишнього природного середовища.

Вид діяльності								
	Розташування сонячних панелей	Розташування інвенторів	Встановлення трансформаторної підстанції	Будівництво під'їзних доріг	Утилізація відходів	Експлуатація об'єкта	Аварії	Інтегральна оцінка
Абіотичне середовище								
Мікроклімат	1	1	1	1	1	8	2	2,1
Повітряне середовище	1	1	1	2	1	1	2	1,3
Геологічне середовище	1	1	1	1	1	1	1	1
Водне середовище	1	1	1	1	1	2	1	1,1
Ґрунти	2	2	2	2	1	2	1	1,7
Шум та електромагнітне випромінювання	2	2	2	2	1	8	1	2,6
Біотичне середовище								
Різноманітність рослинного світу	2	2	2	2	1	8	3	2,1
Різноманітність тваринного світу	2	2	2	2	1	4	2	2,9
Середнє	1,5	1,5	1,5	1,6	1	4,3	1,6	1,9

Геологічне середовище. Впливу на геологічне середовище і підземні води не спостерігається. Водне середовище. Обсяги споживання води для потреб господарсько-питного водопостачання є незначними, оскільки СЕС працює повністю в автоматичному режимі постійного персоналу для СЕС немає. Випорожнення бака стічної води виконується по мірі необхідності за

допомогою спеціального автомобіля. Для обмивки зовнішніх поверхонь фотоелектричних панелей передбачена доставка води в автоцистернах по мірі необхідності. Відведення дощової і талої води, а також води від періодичних обмивок поверхонь фотоелектричних панелей, здійснюється по лотках проїздів з подальшим відведенням на прилеглу територію на південний схід в сторону струмка [14].

Ґрунти. Основний вплив на ґрунти відбувається при підготовці території будівництва СЕС та полягає у виїмці ґрунту при влаштуванні підземних частин будівель, автошляхових покриттів, підземних мереж водовідвідних споруд, а також родючого ґрунту для озеленення території. Незначний вплив на ґрунти відбувається також при обмивці панелей. Впливу на ґрунти від утилізації пошкоджених або зношених фотоелектричних модулів не відбувається, оскільки вони повертаються виробнику для відновлення або утилізації.

Шум та електромагнітне випромінювання. При роботі електротехнічного обладнання електростанції (інвертори, трансформатори, спостерігається шумове та електромагнітне забруднення). Для зменшення шумового навантаження передбачено застосування обладнання, конструкцією яких передбачені заходи по зменшенню шумів. Оскільки обладнання сонячної електростанції розташоване поза межами житлової забудови суттєво вплине на зменшення негативного впливу електростанції на людей. Також шумове забруднення буде присутнє на етапі будівництва. Різноманітність рослинного світу Маловивчене питання зміни біорізноманіття видів через підвищення температури повітря та вологості ґрунту[15].

Різноманітність тваринного світу. Вплив на тваринний світ полягає зміні середовища існування та обмежені руху тварин територією на якій знаходиться електростанція, оскільки вона огорожена. Також можливою є загибель птахів, кажанів і комах від інтенсивного світла. Проте в порівнянні з іншими антропогенними джерелами смертності птахів та комах цей вплив є низьким.

2.2 Вплив сонячних електростанцій на ґрунт та ґрунтових рослин

Визначаючи вплив сонячних електростанцій на будь-які живі форми, то можна стверджувати те, що сонячні колектори які займають великі площі, дають великі затінення. А це в свою чергу, може призвести до значних змін ґрунтових умов, вплив на рослинність та інше. Крім тіней загрозу живим формам дає і нагрівання повітря, при проходженні сонячного випромінювання крізь панелі, на яких є дзеркальні відбивачі. Такий тепловий режим змінює баланс, вологість, напрямок вітру. Особливу небезпеку становлять рідини, які містяться в самих фотоелементах, це такі отруйні речовини, як свинець, кадмій, галій, миш'як, тому існує ризик їх витоку. Частіше це може бути при тривалій експлуатації, тому ризик забруднення води також не є виключеним. Сучасні фотоелементи мають обмежений термін експлуатації (30-50 років), їх активне застосування передбачатиме виникнення проблеми їх утилізації [16].

Тому останнім часом починає активно розвиватися виробництво тонкоплівкових фотоелементів, у складі яких міститься близько 1 % кремнію, завдяки чому вони дешевші у виробництві, але поки мають меншу ефективність.

Теоретично сонячна енергетика вирізняється повною безпечністю для навколишнього середовища (якщо не брати до уваги наявність отруйних речовин у фотоелементах). Утилізація значних обсягів сонячних модулів на конкретній території призводить до збільшення ризику для місцевої флори, фауни і для здоров'я людей. Витік хімічних реагентів з утилізованих модулів дає можливість зараження місцевого ґрунту і поверхневих вод [6].

2.3 Утилізація сонячних панелей

Сонячні панелі, термін експлуатації яких вийшов, в сфері регулювання утилізації відходів відносять до електронного сміття. Сюди ж відносяться і сонячні модулі, які вийшли з ладу. Дана категорія сміття має маркування «e-waste». Протягом 2015 року по всьому світі було утилізовано майже 44 000 000 метричних тон електронних відходів. За прогнозами експертів, цей обсяг зросте до 50 000 000 тон у поточному році. Слід зазначити, що сонячні модулі займають лише частину відсотка в загальному світовому обсязі електронного сміття. За час існування сонячної енергетики ця галузь не встигла створити великі обсяги відходів. З огляду на темпи розвитку даної сфери альтернативної енергетики (у 2017 році було введено в роботу 100 ГВт потужностей), можна припустити, що проблема утилізації сонячних панелей ставатиме все гостріше з кожним роком. Експерти в області сонячної енергетики стверджують, що ситуація загостриться через десяток років, не раніше [7].

Міжнародне агентство відновлюваної енергетики IRENA і Міжнародне енергетичне агентство опублікували доповідь, яка здатна стати алгоритмом з максимально грамотної утилізації сонячних панелей. Оpubліковано цей документ було ще в 2016 році. За прогнозами вчених, до 2050 року обсяги електронного сміття в сонячній енергетиці складуть близько 70-80 мільйонів тон. Не варто забувати про зростання потужності сонячної енергетики. Деякі джерела вказують, що потужності в сфері сонячної енергетики складуть 4500 ГВт до 2050 року (зараз цей показник становить 400 ГВт).

На території Європейського союзу утилізацію фотоелектричних модулів регулює “Директива про відходи електричного та електронного устаткування”. Дана директива покладає відповідальність за утилізацію відпрацьованого електричного й електронного обладнання на його виробників. Такі компанії мають запровадити інфраструктуру для збору відпрацьованого електричного й електронного обладнання: «Користувачам електричного й електронного обладнання у приватних домогосподарствах слід надати принаймні можливість

безкоштовного повернення відпрацьованого електричного й електронного обладнання». Крім того, компанії зобов'язані використовувати зібрані відходи в безпечний для навколишнього середовища спосіб – шляхом або екологічно безпечної утилізації, або повторного використання чи відновлювального ремонту зібраного відпрацьованого електричного й електронного обладнання. Директива WEEE (Waste Electrical & Electronic Equipment) зобов'язала двадцять п'ять країн, які в той час були членами ЄС, втілити її вимоги в національних законах до 13 серпня 2004 року. Зробити це до встановленого терміну встиг лише Кіпр. До 13 серпня 2005 року, рік по тому, усі країни-члени (окрім Великої Британії) запровадили принаймні основні вимоги. У закони Великої Британії вимоги Директиви WEEE були втілені у 2007 році. Оскільки в різних країнах процес втілення вимог Директиви WEEE відбувався по-різному, у країнах Європи виникло чимало різноманітних проблем, пов'язаних із втіленням цих вимог і їх відповідності національним законам [17].

Переробка сонячних модулів – це ще молода сфера промисловості, яка тільки саме набирає обертів. У майбутньому кількість відходів сонячної енергетики буде тільки зростати. Найбільший відсоток відходів, близько 90 %, становить скло. Меншу частку становлять кабелі і напівпровідники з цінних металів, які обмотані з усіх боків пластиком. Компанії застосовують для переробки таких матеріалів теплові або механічні методи. Наприклад, щоб отримати бажану сировину, на підприємствах широко застосовуються подрібнювачі і дробарки. Процес переробки фотоелектричного обладнання можна розділити на два типи:

- груба обробка (виймання компонентів з міді, алюмінію, скла);
- тонка переробка (витяжка хімічних складових фотоелектричного модуля).

Так як на сьогоднішній день кількість електронного сміття від сонячних панелей невелика, то утилізацію проводять підприємства, які займаються переробкою електронних або скляних відходів. У процесі такої переробки відбувається виділення основних компонентів панелі – міді, алюмінію, скла.

Сонячні комірки або пластикові складові модулів, в свою чергу, піддаються спалюванню або відправці на спеціальні полігони (звалища для електронного обладнання). Груба переробка панелей, за своєю суттю, є технологією вторинного застосування скла з ламінованим покриттям.

Тонка переробка включає три етапи:

1. підготовчий етап, який полягає у вилученні коробки розподілу і рами пристрою;
2. усунення ламінуючого покриття (плівки) або деламінація;
3. зняття металів і скляних складових.

На сьогоднішній день в європейських країнах для повторного використання витягується близько 70 відсотків компонентів панелей, які підлягають утилізації. Крім того, міжнародні Директиви регламентують дотримання вимог вмісту небезпечних елементів у вторинній сировині (кадмій і селен – не більше 1 мг на кілограм для кремнієвих панелей і не більше 10 мг – для не кремнієвих, свинець – не більше 100 мг в сухій речовині).

Можливості переробки залежить від виду технології, використовуваної в сонячних модулях:

– Сонячні батареї на основі кремнію Підготовча фаза включає в себе вилучення рами та розподільчого коробу вручну перед початком процесу переробки сонячного модуля. Модуль потім подрібнюють в млині і різні фракції розділяють (рис. 2.1). Вихідними фракціями є чорні і кольорові метали, скло, кремній і пластмаса (рис. 2.2). За допомогою даного методу переробки можна відновити більше 80% початкової ваги сонячної батареї [18].



Рисунок 2.1 – Процес подрібнення сонячного модуля



Рисунок 2.2– Скло з утилізованих сонячних батарей

– Сонячні модулі не на основі кремнію Вони вимагають застосування спеціальних технологій переробки, таких як використання хімічних ванн для того, щоб відокремити різні напівпровідникові матеріали. Процес переробки модулів на основі телуриду кадмію починається шляхом дроблення модулів і потім розподілу різних фракцій. Цей процес переробки призначений для відновлення до 90% скла і 95% напівпровідникових матеріалів, що містяться в сонячних батареях. В результаті скло з перероблений фотоелектричних модулів перемішується із звичайним склобомом і частково зі скловолокнами або

ізоляційними матеріалами і частково зі склотарою. Метали і пластики можуть бути використані для виробництва новий видів сировини. Кремній з відпрацьованих сонячних батарей переробляється на установці компанії Solar World. Оскільки відсутня єдина система приймання відпрацьованих сонячних панелей на завод-виготовлювач, розвиток ринку переробки тільки починається [20].

2.4 Висновки до 2 розділу

Отже, утилізація значних обсягів сонячних модулів на конкретній території призводить до збільшення ризику для місцевої флори, фауни і для здоров'я людей. Витік хімічних реагентів з утилізованих модулів дає можливість зараження місцевого ґрунту і поверхневих вод.

Процеси переробки сонячних панелей та їх утилізації. Переробка сонячних модулів – це ще молода сфера промисловості, яка тільки саме набирає оберті. У майбутньому кількість відходів сонячної енергетики буде тільки зростати. Найбільший відсоток відходів, близько 90 %, становить скло. Меншу частку становлять кабелі і напівпровідники з цінних металів, які обмотані з усіх боків пластиком. Компанії застосовують для переробки таких матеріалів теплові або механічні методи.

3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

3.1 Використання агровольтаїки

Цю технологію називають ще «дуальним фермерством»: одне й те саме поле використовується одночасно і для встановлення сонячних батарей, і для сільського господарства. І якщо для українських аграріїв це лише екзотична ідея, то в найбільш розвинутих країнах це вже практика. І не лише там, а й, наприклад, у сонячній і малоземельній Індії (рис. 3.1).



Рисунок 3.1– Агровольтаїка на одному із господарств Німеччини

Зараз сонячна енергетика вимагає великих масивів землі, які виводяться з сільськогосподарського обігу. Тому для цих цілей намагаються знайти необроблювані землі. Сонячні батареї встановлюють прямо над землею, а підготовка території включає викошування рослинності, вирівнювання та ущільнення ґрунту. Тому це хороша можливість покращити сільське

господарство і продовольчу безпеку одночасно з покращенням енергетичної безпеки виробленням екологічно « чистої » енергії.

Сонячну енергію можна використовувати в комплексі з медоносами й пасікою. Адже бджільництвом в Україні займається приблизно 400 тис. осіб. Це один з найбільших в світі показників. Фактично кожен сотий українець — пасічник. Тому можна території сонячних електростанцій засівати медоносами і створювати пасіки [22].

Пілотні проекти агровольтаїки зараз реалізуються не лише у сонячних Арізоні, Китаї, Хорватії, Італії, Японії та Франції, а й у штаті Массачусетс та в Німеччині. Так, у шт. Массачусетс «дуальну ферму» влаштував університет штату, розташований у місті Амхерст. Тут іще в 2010 році були встановлені сонячні батареї на висоті 2,45–2,7 м над землею і вище. Спочатку батареї встановлювали на стовпи заввишки 5,1 м і 20 м у діаметрі, які на 2,4 м вганяли в землю, щоб обійтися без бетонного фундаменту. Стовпи підтримують планки, на яких на рухомих основах встановлені сонячні батареї (рис.3.2).



Рисунок 3.2 – Сонячні панелі на висоті 5 м

Під сонячними батареями вирощують перець, боби, коріандр, помідори, листовий салат, броколі та браунколь або кучеряву капусту. Збирання цих культур проводиться вручну. Якщо проміжки між сонячними батареями мають ширину 1–1,2 м, то врожайність культур практично така ж, як і на відкритому сонці. Почали з двох рядів по 36 панелей у кожному, розташованих на висоті 2,7 м. З'ясувалося, що за інтервалу між панелями 105–120 см врожайність культур становила 90–95% від рівня, отриманого на відкритому сонці.

В Німеччині агрофотовольтаїку стали розвивати раніше, ніж будь-де у світі. Піонером цього напрямку став Адольф Гьотцербергер, який створив Фраунгоферівський інститут систем сонячної енергії. Інститут влаштував «дуальну ферму» на площі в третину гектара кілька років тому. Там сонячні батареї (всього їх 720) розташовані достатньо високо для того, щоб під ними проїжджали сільськогосподарські машини. Панелі двосторонні, тож вони уловлюють і сонячне випромінювання, відбите рослинами. Під панелями і в якості контролю на відкритому сонці вирощували пшеницю, картоплю, селеру та конюшину. Затінення знизило врожайність конюшини на 5,3, а інших культур — на 18–19%. Але сонячна енергія, що використовувалася переробним підприємством та електричними сільгоспмашинами та обладнанням на фермі, дала змогу знизити витрати, що підвищило економічну ефективність використання угідь на 60% [24].

Аналогічні досліді проводять також у Хорватії, де Університет ім. Йосипа Юрая Штросмаера в місті Осіек вирощує під сонячними батареями тіньовитривалі овочеві культури за органічною технологією на дослідній фермі, яку частково обслуговують працівники вузу. Сонячна енергія використовується для роботи поливних систем і сільськогосподарських машин та обладнання. Досліді в галузі агровольтаїки ведуться також в Австрії.

Особливий ефект від вирощування культур (перець, помідори, авокадо та манго) під сонячними батареями спостерігався в Арізоні. Там рослини потребували вдвічі менше води, ніж на відкритому сонці. Сонячні батареї захищали рослинність від заморозків, згладжували коливання температур,

продовжували строк вегетації. Однак не все так просто. Сонячні батареї та конструкції, на яких вони встановлені на висоті, коштують дорого. І один неправильний рух трактора може завдати збитків на сотні тисяч доларів. В місцевостях, де землі бракує, а ціни на електроенергію високі, як у Європі, «дуальні ферми» можуть бути привабливими з економічної точки зору [27].

3.2 Підбір сільськогосподарських культур, що можуть рости під сонячними панелями

Для підбору сільськогосподарських культур які можуть рости і при цьому давати непоганий урожай під сонячними панелями на сонячних електростанціях. Потрібно насамперед враховувати те, під сонячними панелями завжди тінь, посушливість, також не забувати ,що збір урожаю, оброблення ділянки неможливий технічними засобами (трактор, комбайн), а лише в ручну або за допомогою механічних засобів.

При підборі рослинності потрібно проаналізувати технології вирощування сільськогосподарської рослини, її здатність рости при відповідних умовах. При аналізі умов вирощування багатьох сільськогосподарських рослин, можна запропонувати такі сільськогосподарські рослини: огірок, конюшина, льон олійний, квасоля, гарбуз, кабачок, морква.

Огірок — теплолюбна культура. При зниженні температури до 18°C рослини сповільнюють свій ріст і розвиток, а до 0 — -1°C — гинуть. За температури 12°C квітки залишаються закритими протягом усієї доби. Пилок добре проростає лише за температури 26-29°C. До інтенсивності освітлення огірок помірно вимогливий і відноситься до культур короткого дня. При високій інтенсивності світла та тривалому світловому дні спостерігається передчасне старіння рослин, що також призводить до зниження їх продуктивності. Щоб цього не допустити, у відкритому ґрунті огірок часто висівають у кулісах із високорослих культур [26].

Льон олійний — рослина довгого світлового дня. Вимоги льону до температури не дуже високі. Необхідні йому мінімальні температури проростання — 2...3°C (як у зернових) і сума температур — 1600...1850°C, як правило, характерні для всіх областей України. Льон олійний можна вирощувати навіть у гірських регіонах — до висоти 1600–1800 м. Він витримує заморозки до -3...5°C, дія яких, проте, може викликати посилене базальне гілкування.

Конюшина — цінна кормова культура. Як багаторічна культура добре зимує під сніговим покривом, витримує морози до мінус 25-30°C. Конюшина добре переносить затінення під покривом ячменю чи інших культур. Невибаглива до ґрунтів. Оптимальна величина рН 5,5-7,0. При підвищенні кислотності пригнічується діяльність бульбочкових бактерій, внаслідок чого порушується живлення рослин азотом [29].

Квасоля — однорічна, трав'яниста, самозапильна та жаростійка культура. До інтенсивності освітлення рослини квасолі помірно вимогливі, навіть в умовах часткового затінення вони формують непоганий урожай бобів, тому її успішно вирощують в ущільнених посівах. Рослини різних сортів квасолі не однаково вимогливі до тривалості дня. Є сорти, які погано реагують на довгий день, а добре ростуть на короткому і навпаки. Завдяки цьому квасолі вирощують у різних світлових зонах.

Кабачок — теплолюбна культура. За відношенням до світла кабачок так само, як і огірок, є культурою короткого дня. Інтенсивне сонячне освітлення при достатній вологості ґрунту та повітря посилює фотосинтез, внаслідок чого підвищується продуктивність рослин [28].

Рослини гарбуза найбільш тіньовитривалі з усіх культур родини Гарбузові. Тому їх часто висівають навіть для ущільнення в посівах кукурудзи, картоплі. Для нормального їх росту і розвитку потрібне світло певного спектра, достатньої інтенсивності та тривалості впродовж доби. Найбільш позитивно на їх ріст і розвиток впливає синьо-фіолетовий спектр. Сорти гарбуза, призначені для вирощування в північних районах України, більш пристосовані до обмеження інтенсивності освітлення. Рослини гарбуза фізіологічно є досить

жаростійкими. Коагуляція білка в них проходить лише за температури повітря понад 60°C [30].

Рослини моркви порівняно з іншими овочевими культурами є найменш світлолюбними. Тому моркву в Україні висівають і під покрив ярих зернових культур (ячменю, пшениці ярої, льону тощо). Під покривом рослини моркви утворюють 5-7 дрібних листків. Після збирання покривної культури розпушують міжряддя, у рослин моркви інтенсивно прискорюється наростання листків та маси коренеплодів. Урожайність коренеплодів моркви, за нашими даними, від таких посівів досягає 14,0–20,0 т/га, а середня маса їх – 60-67 г.

3.3 Висновки до розділу 3

Отже, запропоновано способи раціонального використання ґрунтів на сонячних електростанціях. Використання зовсім нової технології – агровольтаїки (дуального фермерства), сонячні панелі разом з полями. Сонячні панелі розміщують на висоті 2- 7 м, а саму територію засаджують сільськогосподарськими рослинами або засівають медоносами для бджільництва.

Сонячну енергію можна використовувати в комплексі з медоносами й пасікою. Адже бджільництвом в Україні займається приблизно 400 тис. осіб. Це один з найбільших в світі показників. Фактично кожен сотий українець — пасічник. Тому можна території сонячних електростанцій засівати медоносами і створювати пасіки.

Пілотні проекти агровольтаїки зараз реалізуються не лише у сонячних Арізоні, Китаї, Хорватії, Італії, Японії та Франції, а й у штаті Массачусетс та в Німеччині. Так, у шт. Массачусетс «дуальну ферму» влаштував університет штату, розташований у місті Амхерст. Тут іще в 2010 році були встановлені сонячні батареї на висоті 2,45–2,7 м над землею і вище.

Пілотні проекти агровольтаїки зараз реалізуються не лише у сонячних Арізоні, Китаї, Хорватії, Італії, Японії та Франції, а й у штаті Массачусетс та в

Німеччині. Так, у шт. Массачусетс «дуальну ферму» влаштував університет штату, розташований у місті Амхерст. Тут іще в 2010 році були встановлені сонячні батареї на висоті 2,45–2,7 м над землею і вище.

Для підбору сільськогосподарських культур які можуть рости і при цьому давати непоганий урожай під сонячними панелями на сонячних електростанціях. Потрібно насамперед враховувати те, під сонячними панелями завжди тінь, посушливість, також не забувати ,що збір урожаю, оброблення ділянки неможливий технічними засобами (трактор, комбайн), а лише в ручну або за допомогою механічних засобів.

При підборі рослинності потрібно проаналізувати технології вирощування сільськогосподарської рослини, її здатність рости при відповідних умовах. При аналізі умов вирощування багатьох сільськогосподарських рослин, можна запропонувати такі сільськогосподарські рослини: огірок, конюшина, льон олійний, квасоля, гарбуз, кабачок, морква.

4 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Сонячні електростанції зарекомендували себе як чудовий спосіб отримання дешевої електроенергії з відновлювального джерела – сонячного проміння. Такі станції здатні забезпечити енергією як і невеликі будинки, до прикладу, гібридні станції в автономному режимі без підключення до мережі накопичують вироблену електроенергію на акумуляторах та живлять будинок. Або ж створюються високо-потужні мережеві СЕС, які живлять цілі населені пункти. Переваги очевидні. Дешева і безпечна електроенергія. Варто відзначити й те, що такі станції не здійснюють негативний вплив на навколишнє середовище, оскільки не мають сторонніх відходів.

Ефективним поєднанням виглядає комплекс сонячної електростанції та сільського угіддя (ферми). Називають таке поєднання агровольтаїка [29].

Земля на будь якому з земельних угідь потребує попередньої обробки. Часто обробляється важкою технікою, яка викидає шкідливі речовини в навколишнє середовище. Тому краще використовувати важку техніку на електричних двигунах, а основне джерело енергії постачатиметься з сонячних фото-систем. Крім цього, сонце може випалювати значні площі посаджень, тому варто забезпечити такі умови, щоб окремі рослини перебували в півтіні. З іншої сторони, фото-модулі деколи монтуються на ділянках, які можна використовувати раціональніше, будуючи житлові площі. Отож, як висновок, монтування фото-модулів на фермерських угіддях – це раціональне рішення, яке дозволяє зекономити місце при монтуванні, а також забезпечити затінення рослин і повноцінне функціонування станції. Поєднання панелей і сільськогосподарських територій має наступний вигляд [30].

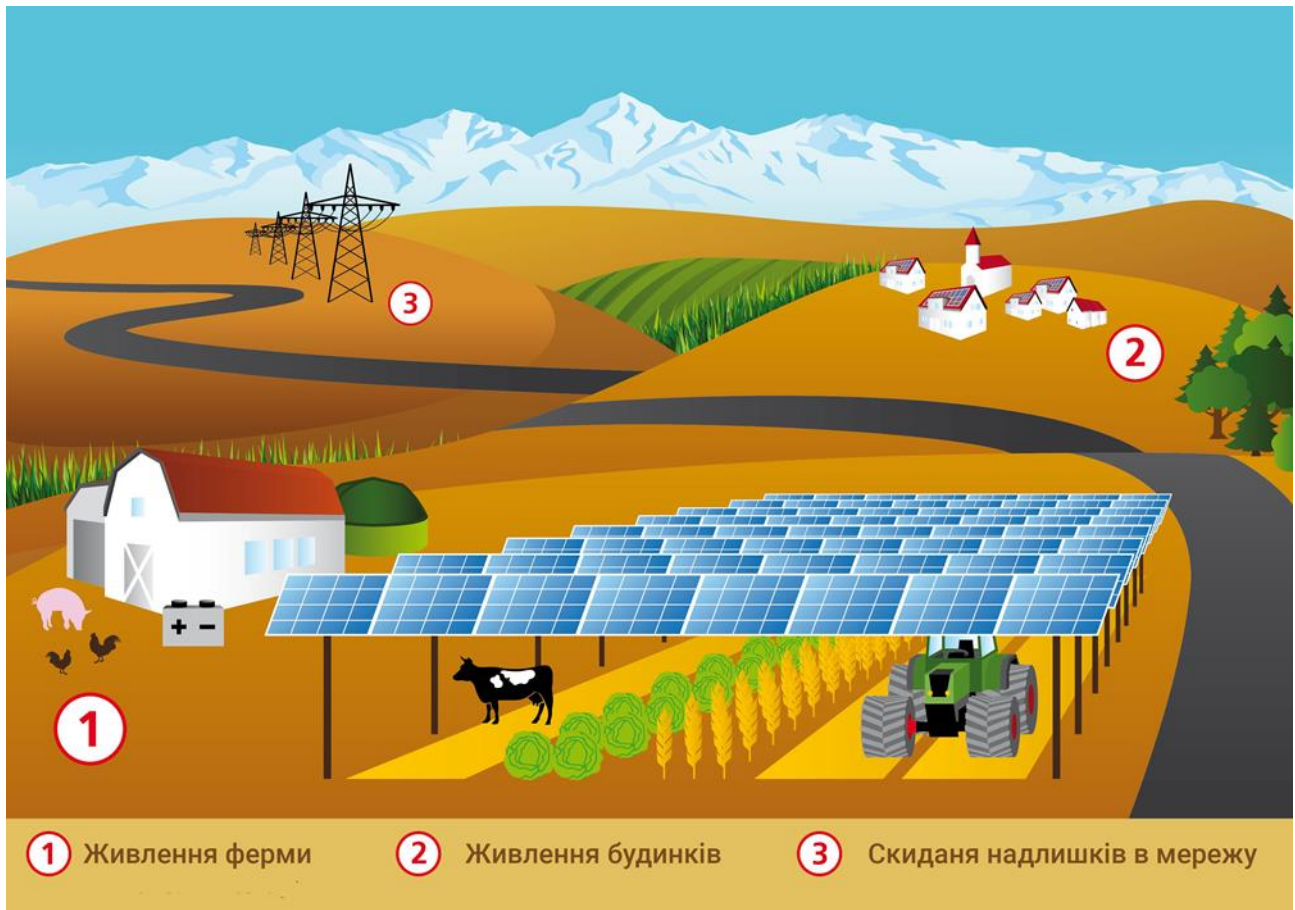


Рисунок 4.1 – Використання агровольтаїки в сільському господарстві

4.1 Розрахунки доцільності використання сонячних панелей

Загальновідомо, що головною метою реалізації інвестиційного проекту є отримання прибутку.

Реалізація запропонованого проекту сонячної електростанції дозволить отримати ТОВ «Андрекс» значні економічні вигоди. Основний економічний ефект буде полягати в реалізації електроенергії за «зеленим» тарифом. Варто зазначити, що відповідно до українського законодавства, вся електрична енергія, з генерована з відновлювальних енергетичних ресурсів, у тому числі й з сонячного випромінювання, реалізується за «зеленим» тарифом, мінімальна величина якого розраховується за формулою:

$$FT_{min} = RP \cdot k \quad (4.1)$$

де RP – роздрібна ціна на електроенергію для споживачів другого класу напруги станом на січень 2009 р. (0,58 грн/кВт·год); k – коефіцієнт «зеленого» тарифу (табл.4.1).

Таблиця 4.1– Динаміка зміни коефіцієнту «зеленого» тарифу для сонячних електростанцій в Україні, введених в експлуатацію з 2017 по 2030 рік [6]

Коефіцієнт «зеленого» тарифу для сонячних електростанцій, введених в експлуатацію:		
з 01.01.2017 по 31.12.2019	з 01.01.2020 по 31.12.2024	з 01.01.2025 по 31.12.2029
2,79	2,51	2,23

Щомісяця мінімальний розмір «зеленого» тарифу переглядається Національною комісією, що здійснює регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг відповідно до алгоритмів:

За умови, якщо $UAN / UAN\ 01.01.2009 > 1$ –

$$FT = FT\ 01.01.2019 \cdot (UAN / UAN\ 01.01.2009); \quad (4.2)$$

За умови, якщо $UAN / UAN\ 01.01.2009 \leq 1$ –

$$FT = FT\ 01.01.2009, \quad (4.3)$$

де FT – «зелений» тариф на дату його перегляду, грн/кВт·год (01.12.2019 року); $FT\ 01.01.2009$ – «зелений» тарифу станом на 01 січня 2009 року, грн/кВт·год; UAN – офіційний курс гривні щодо курсу євро, встановлений Національним банком України станом на дату перегляду «зеленого» тарифу, грн; $UAN\ 01.01.2009$ – офіційний курс гривні щодо курсу євро, встановлений Національним банком України станом на 01 січня 2009 року, грн. (10,86 грн за 1 євро) [31].

На основі вищенаведених алгоритмів розрахуємо ціну 1 кВт·год електроенергії, згенерованої сонячною електростанцією. Для розрахунку був взятий коефіцієнт «зеленого» тарифу для сонячних електростанцій, введених в експлуатацію з 01.01.2017 по 31.12.2019 рік. (табл. 4.1):

$$FT_{min} = 0,58 \cdot 2,79 = 1,62 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год} \quad (4.4)$$

Зіставимо офіційний курс гривні відносно курсу євро, встановленого Національним банком України станом на 01.12.2019 р. та 01.01.2009 р.:

$$26,45 / 10,86 = 2,43 > 1$$

Використовуючи формулу (4.4) розрахуємо «зелений» тариф для електроенергії, згенерованої з сонячного випромінювання станом на 01.12.19 року:

$$FT = 1,62 \cdot 2,43 = 3,64 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год} \quad (4.5)$$

Розглянемо більш детально техніко-економічні показники інвестиційного проекту сонячної електростанції, що пропонується реалізувати ТОВ «Андрекс», для збору яких була використана інформація інжинірингових та консалтингових компаній, що спеціалізуються на реалізації проектів сонячної енергетики на території України [19, 20]:

- загальна встановлена потужність сонячної електростанції – 1 МВт;
- розмір земельної ділянки, яку буде займає генеруючий об'єкт – 2 га;
- прогнозована річна генерація електроенергії – 1020 МВт·год/рік;
- тривалість будівництва сонячної електростанції – 1 рік;
- тривалість життєвого циклу сонячної електростанції – 20 років;
- інвестиційні витрати – 1000200 євро;
- операційні витрати – 40330 євро/рік;
- витрати на виведення сонячної електростанції з експлуатації – 50010 євро.

На основі вищезазначених техніко-економічних даних буде проведено розрахунок вартості генерації електроенергії сонячною електростанцією за методикою LCOE. Для розрахунку вартості електроенергії, згенерованої сонячною електростанцією, в рамках даного дослідження пропоную врахувати такі складові: обсяг стартових інвестицій, операційні витрати, обсяг згенерованої електроенергії, витрати на виведення сонячної електростанції з експлуатації та ставку дисконтування.

$$LCOERE_i = \frac{\sum_{t=0}^n (I+Q+D) \cdot (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^n (E \cdot nt) \cdot (1+r)^{-t}} \quad (4.6)$$

де E – обсяг згенерованої електроенергії сонячною електростанцією у t -му році, МВт·год; $LCOE$ – тариф на електроенергію, що відображає вартість її генерації упродовж всього життєвого циклу сонячної електростанції, євро/МВт·год; I – інвестиційні витрати для реалізації проєкту сонячної електростанції у t -му році, євро/МВт·год; Q – витрати на експлуатацію та технічне обслуговування сонячної електростанції у t -му році, євро/МВт·год; D – витрати на виведення сонячної електростанції з експлуатації у t -му році, євро/МВт·год; t – рік реалізації проєкту; r – ставка дисконтування; n – тривалість життєвого циклу сонячної електростанції, років.

Для розрахунку LCOE нам потрібно знайти ставку дисконтування, яку розрахуємо на основі середньозваженої вартості капіталу (Weight Average Cost of Capital, WACC).

$$WACC = K_s \cdot W_s + K_d \cdot W_d \cdot (1 - tx), \quad (4.7)$$

де K_s – вартість власного капіталу для реалізації проєкту, частка одиниці; W_s – частка власного капіталу за балансом, частка одиниці; K_d – вартість позикового капіталу для реалізації проєкту, частка одиниці; W_d – частка позикового капіталу за балансом, частка одиниці; tx – ставка податку на прибуток підприємства, частка одиниці.

За результатами розрахунків середній відсоток максимальних річних ставок за депозитами в євро станом на 01.12.2019 року склав 1,8%.

Податкового кодексу України, ставка податку на прибуток підприємств становить 18%.

Враховуючи вищезазначене, ставка дисконтування відповідно до формули 3.2 була розрахована наступним чином:

$$WACC = K_s \cdot W_s + K_d \cdot W_d \cdot (1 - tx) = 0,018 \cdot 0,4 + 0,08 \cdot 0,6 (1 - 0,18) = 0,047 = 4,7\% \quad (4.8)$$

З наведеного розрахунку можна зробити висновок, що ціна реалізації електроенергії за «зеленим» тарифом перевищує вартість її генерації,

розраховану за методикою LCOE, а отже є достатньою для покриття витрат на її генерацію та швидкого повернення стартових інвестицій [31].

Розрахунок терміну окупності інвестиційного проєкту з будівництва сонячної електростанції будемо проводити за формулою:

$$PP = \sum_{t=1}^n CF_t \geq IC_0 \quad (4.9)$$

де PP – термін окупності проєкту; IC_0 – стартові інвестиції в нульовому періоді (році), грн; CF_t – чистий грошовий потік у t -му році, грн.; n – тривалість життєвого циклу проєкту, років; t – рік реалізації проєкту.

Результати розрахунку терміну окупності інвестиційного проєкту відповідно до формули (4.7), які наведено у таблиці 4.2, засвідчують, що за даного рівня «зеленого» тарифу інвестори зможуть відшкодувати стартові інвестиції за 7,8 року.

Варто зазначити, що окрім економічного ефекту для ТОВ «Андрекс», реалізація проєкту сонячної електростанції може принести низку екологічних та соціальних вигід для територіальної громади, держави та матиме позитивний вплив на глобальну екосистему у цілому.

Для територіальної громади реалізація проєкту сонячної енергетики ТОВ «Андрекс» дозволить створити нові робочі місця, розвивати інфраструктуру села, поповнити місцевий бюджет [32].

Таблиця 4.2 – Термін окупності сонячної електростанції

Рік	Стартові інвестиції	Чистий грошовий потік, грн	Чистий грошовий потік наростаючим підсумком	Термін окупності років
0	26455290	0	0	7,8
1		3394968	3394968	
2		3394968	6789936	
3		3394968	10184904	
4		3394968	13579872	
5		3394968	16974840	
6		3394968	20369808	
7		3394968	23764776	
8		3394968	27159744	

Для держави реалізація проєкту сонячної енергетики дозволить:

- збільшити частку відновлюваних енергетичних ресурсів в загальному енергобалансі країни, що матиме позитивний вплив на виконання зобов'язань, взятих Україною в рамках Європейського Енергетичного Товариства;
- зробити внесок в досягнення довгострокових цілей щодо розвитку відновлювальної енергетики, зазначених в Енергетичній Стратегії України до 2035 року;
- зменшити залежність від імпорту викопних паливно-енергетичних ресурсів та підвищити рівень енергетичної безпеки країни;
- знизити викиди парникових газів в атмосферу, що матиме позитивний вплив на покращення стану навколишнього середовища та виконання зобов'язань в рамках Паризької Кліматичної Угоди [33].

Для глобальної екосистеми у цілому реалізація проєкту сонячної енергетики ТОВ «Андрекс» зробить внесок у стримування процесів

глобального потепління та зміни клімату планету та дозволить зберегти запаси викопних паливно-енергетичних ресурсів для наступних поколінь.

Ефективності та доцільності використання сонячної енергії в Україні присвячено багато досліджень. Коефіцієнт корисної дії сонячних електростанцій непостійний і залежить від декількох факторів. Головний з них - інтенсивність і тривалість інсоляції, яка, в свою чергу, визначається погодними умовами, тривалістю дня і ночі, тобто широтою місцевості. Величезне значення має і тип настановних сонячних батарей [31].

Економічна ефективність використання сонячних електростанцій визначається величиною чистого дисконтованого доходу, який використовується в якості коефіцієнта економічної ефективності використання установки і розраховується за виразом:

$$K_{\text{ефi}} = \text{ЧДД} \quad (4.7)$$

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T \frac{D_t}{(1+E^t)} - K_H \quad (4.8)$$

де D_t – дохід, що одержаний за рік t ; K_H – капіталовкладення, наведені в часі до початку розрахункового періоду; E – прийнята процентна ставка (норма дисконту) [32].

Річний інвестиційний дохід визначається за виразом:

$$D = \text{ЧП} + V_{\text{ан}}, \quad (4.9)$$

де ЧП – приріст чистого прибутку; $V_{\text{ан}}$ – витрати на амортизацію нового обладнання.

Приріст чистого прибутку (ЧП) визначається з урахуванням податку на прибуток і на майно:

$$\text{ЧП} = (\Pi - \text{ПМ}) \left(1 - \frac{C_{\text{ПП}}}{100}\right), \quad (4.10)$$

де Π – прибуток; $C_{\text{ПП}}$ – діюча ставка податку на прибуток, %; ПМ – податок на майно.

Прибуток при впровадженні сонячної електростанції визначається наступним чином:

$$\Pi = \Delta E - V_e, \quad (4.11)$$

де ΔE – вартість зекономлених ресурсів; V_e – поточні витрати, пов'язані з експлуатацією нових технічних засобів.

Поточні витрати становлять:

$$V = V_{ан} + V_{рон}, \quad (4.12)$$

де $V_{ан}$ – витрати на амортизацію нового обладнання; $V_{рон}$ – витрати на ремонт та обслуговування нового обладнання.

Складові поточних витрати визначаємо наступним чином:

$$V_{ан} = \alpha_a \cdot K_n \quad (4.13)$$

$$V_{рон} = \alpha_{рон} \cdot K_n \quad (4.14)$$

де α_a – норма відрахувань на амортизацію обладнання; $\alpha_{рон}$ – норма відрахувань на ремонт та обслуговування обладнання; K_n – капіталовкладення в нове обладнання.

Дисконтування капіталовкладень здійснюється наступним чином:

$$K = K_{бк} + K_{об} + K_{суп} \quad (4.15)$$

$$T_0 = \frac{K}{Dt} \quad (4.16)$$

Критерієм економічної ефективності використання сонячних електростанцій є максимум чистого дисконтованого доходу :

$$K_{ефі} \rightarrow \max \quad (4.17)$$

Запропонований критерій економічної ефективності дозволить обґрунтувати доцільність використання СЕС [33].

4.2 Висновки до розділу 4

Для держави реалізація проєкту сонячної енергетики дозволить:

– збільшити частку відновлюваних енергетичних ресурсів в загальному енергобалансі країни, що матиме позитивний вплив на виконання зобов'язань, взятих Україною в рамках Європейського Енергетичного Товариства;

- зробити внесок в досягнення довгострокових цілей щодо розвитку відновлювальної енергетики, зазначених в Енергетичній Стратегії України до 2035 року;

- зменшити залежність від імпорту викопних паливно-енергетичних ресурсів та підвищити рівень енергетичної безпеки країни;

- знизити викиди парникових газів в атмосферу, що матиме позитивний вплив на покращення стану навколишнього середовища та виконання зобов'язань в рамках Паризької Кліматичної Угоди.

Ефективності та доцільності використання сонячної енергії в Україні присвячено багато досліджень. Коефіцієнт корисної дії сонячних електростанцій непостійний і залежить від декількох факторів. Головний з них - інтенсивність і тривалість інсоляції, яка, в свою чергу, визначається погодними умовами, тривалістю дня і ночі, тобто широтою місцевості. Величезне значення має і тип настановних сонячних батарей.

5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСАНЦІЙ

З усіх доступних поновлюваних джерел енергії саме сонячна енергія і сонячні модулі наносять мінімальну шкоду навколишньому середовищу. Єдиний реально небезпечний ефект даного типу енергії пов'язаний з отриманням певної кількості токсичних речовин і хімікатів, наприклад, кадмію та миш'яку, які використовуються при виробництві сонячних модулів. Приблизні викиди в атмосферу в ході виробництва складають 0,02 грама телуриду кадмію на ГВт/рік електричної енергії, виробленої за весь термін служби сонячного модуля, і це дуже низький показник.

Сучасні фотоелементи мають обмежений термін служби (30-50 років), і масове їх застосування поставить найближчим часом складне питання їх утилізації. Але, за великим рахунком, і ці негативні ефекти мінімальні за своїм обсягом, якщо є продумана політика в плані їх повторного використання матеріалів та утилізації. Однак, не все так просто в питанні безпеки для навколишнього середовища з боку величезної маси сонячних модулів. На електростанції покладають великі надії з точки зору зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Так, сонячні електростанції високих потужностей займають великі площі, що псує ландшафт і вилучає землі з сільськогосподарського обігу. Сонячні концентратори викликають великі за площею затінення земель. Застосування низькокиплячих рідин і неминучі їх витіки в сонячних енергетичних системах під час тривалої експлуатації можуть привести до значного забруднення питної води [30].

Особливу небезпеку становлять рідини, що містять хромати і нітрити, які є високотоксичними речовинами. Витіки можуть привести до вибухового зростання концентрації небезпечних речовин навколо виробничих установок, а це вже пряма і явна загроза здоров'ю працюючих тут людей. Не менша проблема – це забезпечити вільний доступ вантажівкам з водою для того щоб мити весь цей «ліс» із сонячних модулів [7].

Останнім часом активно розвивається виробництво тонкоплівкових фотоелементів, у складі яких міститься всього близько 1% кремнію. Через малі витрати матеріалів на поглинаючий шар, тонкоплівкові кремнієві фотоелементи дешевші у виробництві, але поки мають меншу ефективність. Крім того, розвивається виробництво тонкоплівкових фотоелементів на інших напівпровідникових матеріалах, зокрема CIS і CIGS. Для переробки сонячних модулів на сьогодні перспективним є реагентний спосіб, заснований на різній здатності кадмію, свинцю та їх сполук до комплексоутворення, відношення до кислот, лугів і розчинності [31].

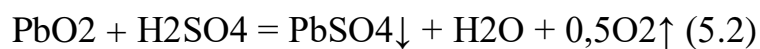
На сьогоднішній день, більшість частин сонячного модуля можуть бути перероблені, це, насамперед, напівпровідникові матеріали або скло, а також велика кількість чорних і кольорових металів. Число сонячних модулів на нашій планеті безперервно зростає, проте ні про який якісний прорив в цій області поки говорити не доводиться. Можливо, коли інженери придумують, як зменшити площі сонячних модулів і як налагодити їх самоочищення, коли приберуть з виробничого ланцюжка деякі летючі небезпечні сполуки і гази, то справа і піде веселіше. Але поки з екологічної точки зору сонячні електростанції не зовсім нешкідливі для навколишнього середовища.

А що стосується питання утилізації сонячних батарей, то потрібно шукати спосіб безпечної утилізації сонячних панелей, при якому отруйні речовини, такі як свинець, кадмій, галій, миш'як не будуть потрапляти у довкілля. Тому запропоновано спосіб вилучення шкідливих речовин при утилізації сонячних батарей.

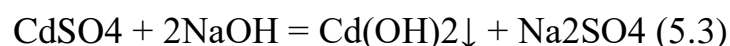
Переробка сонячних батарей є процесом з відновлення та експлуатації тих матеріалів, з яких вони виготовлені. Під час цього процесу є можливість витягувати метали, які потім вдруге включатимуться до складу нових виробів. Метою такого процесу є збереження сировини. Переробка подібних виробів сприяє збереженню навколишнього середовища для здорової життєдіяльності людини [27].

Так як свинцево-кадмієві гальванічні елементи містять в своєму складі свинець та кадмій, які можна за допомогою ресурсозберігаючої й екологічно безпечної технології повернути дані компоненти СКЕ у сферу виробництва з урахуванням їх екологічних стандартів, а також поліпшити екологію довкілля. Дану технологію переробки можна використати і для витягування свинцю і кадмію із сонячних батарей в процесі їх утилізації.

Для переробки сонячних модулів пропонується реагентний спосіб, заснований на різній здатності кадмію, свинцю та їх сполук до комплексоутворення, відношення до кислот, лугів і розчинності. Відпрацьовані сонячні панелі спочатку треба подрібнити і розділити різні фракції. Фракції, що містять свинець та кадмій, потрібно розчинити в 60% сірчаній кислоті. При цьому відбудуться наступні реакції (3.1, 3.2):



Використання сірчаної кислоти з концентрацією понад 60 % недоцільне, оскільки знижується розчинність сульфату кадмію. У результаті цих процесів утворюється змішаний розчин сульфатів кадмію і свинцю та газоподібна суміш водню і кисню (останні надалі можна використовувати для різних технічних цілей). Для розділення кадмію і свинцю розчин сульфатів цих металів фільтрують і отримують осад сульфату свинцю, в розчині залишається сульфат кадмію, який після стехіометричної обробки розчином гідроксиду натрію осідає у вигляді гідроксиду кадмію (5.3) [25].



Осад фільтрують і отримують розчин сульфату натрію, який випаровують, кристалізують і сушать. Кадмій з осаду його гідроксиду повертають у сферу виробництва ХДС (хімічних джерел струму) у вигляді металевого кадмію.

ВИСНОВОК

Альтернативні джерела електроенергії стають все більш актуальними та доступними у побутовому і промисловому використанні. Сонце є найпотужнішим джерелом екологічно чистої енергії. На кожний квадратний метр поверхні земної атмосфери падає 1300 Вт сонячної енергії. Найперспективнішим методом отримання електроенергії вважається безпосереднього перетворення випромінювання на електричну енергію за допомогою сонячних батарей.

У першому розділі проаналізовано технології виробництва та монтажу сонячних панелей. Також виробництво сонячних колекторів та принцип їх роботи, будова. «Зелений тариф» в Україні. Найпотужніші заводи з виробництва сонячних панелей в Україні та Світі.

Ефективність роботи сонячних панелей залежить від їх позиціонування по сторонах світу і кута нахилу. Для України в середньому кут нахилу батарей взимку повинен складати приблизно 70 градусів, влітку - 30 градусів.

У зв'язку зі збільшенням попиту на фотоелектричні модулі, в останні роки з'явилася величезна кількість нових виробників на ринку. Зазвичай людині, яка ніколи не стикалася з сонячними батареями, складно визначитися і зробити вибір на користь того чи іншого виробництва.

Відповідно до чинного законодавства, «зелений» тариф – це спеціальний тариф, за яким закупається електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, та з використанням гідроенергії – вироблена лише мікро-, міні- та малими ГЕС).

Чинним законодавством України передбачені пільги при оподаткуванні на прибуток і пільги при імпорті.

- 1) Пільги при оподаткуванні на прибуток:
- 2) Звільнення від оподаткування на прибуток 80% прибутку підприємств.

У другому розділі проаналізовано вплив сонячних панелей на ґрунтовий покрив та довкілля в цілому. Утилізація значних обсягів сонячних модулів на конкретній території призводить до збільшення ризику для місцевої флори, фауни і для здоров'я людей. Витік хімічних реагентів з утилізованих модулів дає можливість зараження місцевого ґрунту і поверхневих вод.

Процеси переробки сонячних панелей та їх утилізації. Переробка сонячних модулів – це ще молода сфера промисловості, яка тільки саме набирає обертів. У майбутньому кількість відходів сонячної енергетики буде тільки зростати. Найбільший відсоток відходів, близько 90 %, становить скло. Меншу частку становлять кабелі і напівпровідники з цінних металів, які обмотані з усіх боків пластиком. Компанії застосовують для переробки таких матеріалів теплові або механічні методи.

У третьому розділі запропоновано способи раціонального використання ґрунтів на сонячних електростанціях. Використання зовсім нової технології – агровольтаїки (дуального фермерства), сонячні панелі разом з полями. Сонячні панелі розміщують на висоті 2-7 м, а саму територію засаджують сільськогосподарськими рослинами або засівають медоносами для бджільництва.

Для підбору сільськогосподарських культур які можуть рости і при цьому давати непоганий урожай під сонячними панелями на сонячних електростанціях. Потрібно насамперед враховувати те, під сонячними панелями завжди тінь, посушливість, також не забувати ,що збір урожаю, оброблення ділянки неможливий технічними засобами (трактор, комбайн), а лише в ручну або за допомогою механічних засобів.

При підборі рослинності потрібно проаналізувати технології вирощування сільськогосподарської рослини, її здатність рости при відповідних умовах. При аналізі умов вирощування багатьох сільськогосподарських рослин, можна запропонувати такі сільськогосподарські рослини: огірок, конюшина, льон олійний, квасоля, гарбуз, кабачок, морква.

Було здійснено підбір сільськогосподарських рослин здатних рости і давати урожай під сонячними панелями. Виділено такі рослини: огірок, гарбуз, морква, конюшина, льон олійний, квасоля, кабачок.

У четвертому розділі було обгрунтовано економічну оцінку ефективності впровадження заходів екологічної безпеки сонячних електростанцій, доцільність використання СЕС.

У п'ятому розділі запропоновано рекомендації по підвищенню екологічної безпеки сонячних електростанцій. Утилізація та переробка відпрацьованих сонячних панелей. Методи витягування свинцю і кадмію з сонячних панелей при їх утилізації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Журнал «Екологія життя», стаття Ірини Лещук «Типи та особливості сонячних батарей для індивідуальної енергетичної установки», опубліковано в журналі 01.04.2012. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/tipi-ta-osoblivostisonyachnikh-batarey-dlya-individualnoi-energetichnoi-ustanovki>
2. Atmosfera: Сонячні електростанції – Типи сонячних панелей [Електронний ресурс]/Режим доступу: <http://www.atmosfera.ua/uk/sonyachnielektro-stancii/tipi-sonyachnix-panelej>
3. Rentechno: блог «Основи технології кремнієвих ФЕП» від 14.04.2013р. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://rentechno.ua/ua/blog/si-solarcell-technology.html>
4. Раушенбах Г. Справочник по проектированию солнечных батарей: Пер.с англ. Под ред. М.М.Колтуна. - М.: Энергоатомиздат, 1983. – 195 с.
5. Юрій Носенко «Сучасні сонячні технології» журнал «Життєве середовище», стаття канд. с.-г. наук Юрія Носенка «Сучасні сонячні технології», опубліковано в журналі №18(241), вересень 2012.
6. Півняк Г.Г. Альтернативна енергетика в Україні: монографія / Г.Г. Півняк, Ф.П. Шкрабець; Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2013. – 109 с.
7. Дмитриков В. П., Падалка В. В., Проценко О. В., Коломєєц В. І. Переробка відпрацьованих свинцево-кадмієвих гальванічних елементів; Повідомлення 1: Принципи і процеси переробки // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2013. – Вип. 2. – С. 123-126.
8. Магомедов А. М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии / А. М. Магомедов. — Махачкала : Издательско-полиграфическое объединение «Юпитер», 1996. — 245 с.

9. Волошин О.Л. Розвиток альтернативної енергетики в Україні: сучасний стан та результативність механізмів державного регулювання: стаття здобувача науково дослідної лабораторії управління у сфері цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, м. Харків / О.Л. Волошин.- 2015.-6с

10. Дзядикевич Ю.В. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження / Ю.В. Дзядикевич, Р.І. Розум, М.В. Буряк // Інноваційна економіка. – Тернопіль. – 2011. – №2 [21]. – С. 119 – 122

11. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Із змінами і доповненнями, внесеними розпорядженням Міністерства палива та енергетики України від 26 березня 2008 року. – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN38530.Html

12. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч.2 / [Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.]. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.

13. Екологічна безпека територій. Наукова монографія / за ред. О. М. Адаменка, Я. О. Адаменка, – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2014.

14. Габрель М.С. Особливості використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергозбереження у промисловості регіону // Інноваційна економіка. – 2013. – № 2(40) – С. 101-106.

15. Энергетическая революция в США: ветряки побеждают уголь и газ. Обозреватель. 28 марта 2015. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://finance.obozrevatel.com/>

16. Сонячна енергетика - один з перспективних напрямів розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Урядовий портал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248970577

17. Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. Неисчерпаемая энергия. – Кн. 3. – Харьков: ХАИ., 2006. – С. 642.

18. Ольховский Г.Г. Глобальные проблемы энергетики /Электрические станции. – 2005. – № 1.

19. Аникеев В.А., Копп И.З., Скалкин Ф.В. Технологические аспекты охраны окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 255 с.
20. Энергетика и охрана окружающей среды Под ред. Н.Г. Залогина, Л.И. Кроппа и Ю.М. Кострикина. – М.: Энергия, 1979. – 351 с.
21. Абызов М.А., Хлебников В.В. Формирование рынка электроэнергии: зарубежный опыт /Энергия: экономика, техника, экология. – 2003. – № 12.
22. Atmosfera: Сонячні електростанції – Типи сонячних панелей [Електронний ресурс]/Режим доступу:<http://www.atmosfera.ua/uk/sonyachnielektrostanicii/tipi-sonyachnix-panelej/>
23. Пасечкин Л.Л., Попович А.С. “Энергетика: реальность и перспективы”, Киев, 1986г.
24. «Відновлювальна енергетика ХХІ століття» Матеріали 10-ї ювілейної міжнародної науково-практичної конференції. АР Крим, смт. Миколаївка, 14-18 вересня 2009р. Крим – 2009.
25. Сонячні інвертори АВВ. Інструкція PVI-10.0_12.5-TL-OUTD-Product manual EN.
26. Сонячна енергетика [Електронний ресурс] / Державне Агентство з енергоефективності та енергозбереження України. – 2009. – Режим доступу: <http://naer.gov.ua/sonyachna-energetika>
27. Саплин, Л. А. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей использованием возобновляемых источников: Учебное пособие: / Л. А. Саплин, С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Грина, Ю. П. Ильин. – Челябинск: ЧГАУ, 2000. – С.9-18
28. Р.Титко, В.Калініченко. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України). Варшава – Краків – Полтава: «OWG», 2010 р. – 533 с.
29. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020-го / [пер. с англ. ; под ред. Ю. Н. Стартова]. – М. : Энергия, 1980. – 256 с.
30. Скришевський В.А. Що таке сонячна енергетика і чи потрібна вона сьогодні Україні? [Електронний ресурс] / Екоclub "Зелена Хвиля". – 27.01.08. – Режим доступу: <http://ecoclub.kiev.ua/index.php?go=Pages&in=view&id=75>

31. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Проект оновленої «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року». – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>
32. Сусликов, С. В. Совершенствование метода прогнозирования изменения стоимости энергоресурсов в рамках расчета эффективности внедрения технологий гелиоэнергетики / С. В. Сусликов // Энергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – Харків : НТУ «ХП». – 2011. – № 6. – 63–67с.
33. Кириленко О.В. Технічні аспекти впровадження джерел розподільної генерації в електричних мережах / О.В. Кириленко, В.В. Павловський, Л.М. Лук`яненко // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1. – 46-53 с.
34. Скалій А.М. Розробка системи екологічно чистого водопостачання міста Вінниці / Скалій А. М. , Петрук Р. В. , Кравець Н. М.

Додаток А
Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕЕБ,
к. т. н., доцент

_____ В. А. Іщенко
(підпис)

«___» _____ 2020 року

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

08-48.МКР.211.01.000 ТЗ

Напрям 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Керівник магістерської кваліфікаційної
роботи : к.т.н., доцент

_____ Р. В. Петрук
(підпис)

«___» _____ 2020 р.

Виконавець: студент гр. ТЗД-19м

_____ А. М. Скалій
(підпис)

«___» _____ 2020 р.

1. Підстава для проведення робіт.

Підставою для виконання роботи є наказ № _ по ВНТУ від «__» _____ 2020 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № ____ засідання кафедри ЕЕБ від «__» _____ 2020 р.

2. Мета роботи.

Метою роботи є розробка заходів екологічної безпеки місць розташування сонячних панелей.

3. Вихідні дані для проведення робіт.

Вихідними даними для проведення роботи є технологія виробництва і монтажу сонячних панелей.

4. Методи дослідження

Оптичні методи контролю забруднення навколишнього середовища.

5. Етапи роботи і терміни їх виконання

	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розроблення технічного завдання	
2.	Робота з літературними джерелами.	
3.	Аналіз проблеми використання сонячних панелей	
4.	Розробка заходів екологічної безпеки сонячних електростанцій	
5.	Рекомендації щодо підвищення екологічної безпеки сонячних електростанцій	
6.	Економічна оцінка ефективності впровадження заходів екологічної безпеки сонячних електростанцій	
7	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури	

6. Призначення і галузь використання

Розробка може бути використана підприємствами для раціонального використання земель на території сонячних електростанцій.

7. Вимоги до розробленої документації

Пояснювальна записка та графічна частина.

8. Порядок приймання роботи

Публічний захист роботи «_____» __ 2020 р.

Початок розробки «_____» _ __ 2020 р.

Граничні терміни виконання МКР «_____» __ __ 2020 р.

Розробив студент групи ТЗД-19м _____ А. М. Скалій