

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет землевпорядкування**

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан факультету**

землевпорядкування

к.е.н. доц. Олександр ШЕВЧЕНКО  
(підпис) (ПІБ)

“    ”    \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

землевпорядного проектування

д.е.н. проф. Андрій МАРТИН  
(підпис) (ПІБ)

“    ”    \_\_\_\_\_ 2025 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «Обґрунтування системи ґрунтоохоронних заходів на  
земельних ділянках для будівництва сонячної електростанції (на прикладі  
території села Катюжанка Димерської територіальної громади  
Вишгородського району Київської області)»**

Спеціальність – 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма – Геодезія та землеустрій

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

доктор економічних наук, професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ Андрій МАРТИН  
(підпис)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

кандидат економічних наук, доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ Ірина КОЛГАНОВА  
(підпис)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ Степан КЛИМЕНКО  
(підпис)

**КИЇВ - 2025**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет землевпорядкування

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

землевпорядного проектування

д.е.н. проф. \_\_\_\_\_ Андрій МАРТИН  
(підпис) (ПІБ)

«20» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
**ЗДОБУВАЧУ**

**Клименку Степану Вікторовичу**

*Спеціальність – 193 «Геодезія та землеустрій».*

*Освітня програма – Геодезія та землеустрій.*

*Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна.*

*Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Обґрунтування системи ґрунтоохоронних заходів на земельних ділянках для будівництва сонячної електростанції (на прикладі території села Катюжанка Димерської територіальної громади Вишгородського району Київської області)», затверджена наказом ректора НУБіП України від 18 листопада 2024 р. № 2062 «С».*

*Термін подання завершеної роботи на кафедру: за десять днів до захисту.*

*Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: матеріали електронних сервісів земельного кадастру, законодавчі акти, нормативно-правові акти з питань охорони земель, дані земельного фонду.*

*Перелік питань, що підлягають дослідженню:*

1. Дослідити теоретичні основи формування ґрунтоохоронних заходів при містобудівній діяльності в Україні;
2. Обґрунтувати особливості впливу містобудівної діяльності на ґрунтовий покрив в Україні;
3. Розробити систему ґрунтоохоронних заходів для земельних ділянок на яких буде здійснюватися будівництво сонячної електростанції.

*Дата видачі завдання 20 листопада 2024 р.*

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи** \_\_\_\_\_ **Грина КОЛГАНОВА**  
(підпис)

**Завдання прийняв до виконання** \_\_\_\_\_ **Степан КЛИМЕНКО**  
(підпис)

## Реферат

У першому розділі магістерської було розглянуто питання збереження родючості ґрунтів під час будівництва об'єктів відновлюваної енергетики на прикладі проєкту сонячної електростанції, розташованої в адміністративних межах села Катюжанка Димерської селищної територіальної громади Вишгородського району Київської області. Наведено характеристику природно-кліматичних умов території, охарактеризовано земельні ресурси та їх сучасний стан, проаналізовано чинники впливу будівництва на ґрунтовий покрив. Визначено основні екологічні ризики, пов'язані зі зняттям та переміщенням родючого шару ґрунту, а також обґрунтовано необхідність упровадження комплексу ґрунтоохоронних заходів для запобігання деградації земель під час реалізації проєкту.

У другому розділі подано методику оцінювання стану земельних ділянок, визначено склад, структуру та властивості ґрунтів, а також проведено аналіз можливих змін їхніх фізико-хімічних характеристик у процесі будівництва. Розроблено технологічну схему зняття, тимчасового зберігання та подальшого використання родючого шару ґрунту. Здійснено порівняння різних варіантів організації робіт із урахуванням природних і технічних умов, визначено оптимальні методи проведення рекультиваційних заходів. Запропоновані рішення забезпечують мінімальне порушення земельного покриву, сприяють збереженню родючості та відновленню екологічної рівноваги території після завершення будівництва.

У третьому розділі виконано економічне обґрунтування запроєктованих заходів, розраховано кошторисну вартість робіт зі зняття, перенесення, збереження та використання родючого шару ґрунту. Проведено аналіз витрат на оплату праці, експлуатацію техніки, матеріальні ресурси та рекультиваційні роботи. Встановлено, що реалізація проєкту є економічно доцільною, оскільки передбачені заходи забезпечують довгострокову стабільність земельних ресурсів, зниження екологічних ризиків та підвищення ефективності

використання території. Здійснення запропонованої системи заходів сприятиме сталому розвитку регіону, раціональному природокористуванню та формуванню екологічно безпечного середовища для розміщення об'єктів відновлюваної енергетики.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ҐРУНТООХОРОННИХ ЗАХОДІВ</b> ....	10
<b>1.1 Поняття та значення ґрунтоохоронних заходів та вплив будівництва на ґрунти та екосистеми</b> .....	10
<b>1.2 Нормативно-правова база щодо охорони ґрунтів під час будівництва об’єктів енергетики</b> .....	16
<b>1.3 Досвід організації ґрунтоохоронних заходів у сфері відновлюваної енергетики в країнах Європи</b> .....	22
<b>Висновок до розділу 1</b> .....	28
<b>РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ БУДІВНИЦТВА СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ</b> .....	29
<b>2.1 Природно-кліматичні умови території дослідження</b> .....	29
<b>2.2 Типи земельних ділянок, що залучаються під будівництво сонячних електростанцій</b> .....	35
<b>2.3 Характеристика екологічного впливу будівництва та експлуатації сонячних електростанцій на ґрунти</b> .....	39
<b>Висновок до розділу 2</b> .....	45
<b>РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ҐРУНТООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПІД БУДІВНИЦТВО СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ</b> .....	46
<b>3.1 Оцінка стану ґрунтів в межах об’єкту дослідження</b> .....	46
<b>3.2 Пропозиції щодо системи ґрунтоохоронних заходів на земельних ділянках для будівництва сонячної електростанції (на прикладі території села Катюжанка Димерської територіальної громади Вишгородського району Київської області)</b> .....	52
<b>3.3 Розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів</b> .....	56
<b>Висновок до розділу 3</b> .....	60
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	61
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	65
<b>ДОДАДКИ</b> .....	69

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сонячна енергетика відіграє важливу роль у переході до відновлюваних джерел енергії. Разом з тим, неналежне впровадження ґрунтоохоронних заходів, будівництво сонячних електростанцій може спричинити негативний вплив на стан ґрунтів, тому аналіз екологічного впливу будівництва на земельні ресурси та розробка ефективної системи їх захисту є важливими завданнями для збереження природного середовища та сталого розвитку регіонів. Будівництво сонячних електростанцій має мінімальний вплив на довкілля у порівнянні з традиційними енергетичними об'єктами, але все ж може призводити до погіршення стану ґрунтів через їх ущільнення, механічних пошкоджень або зміну природного дренажу. Це створює необхідність впровадження дієвих заходів для захисту та збереження ґрунтових ресурсів.

Сучасне землекористування передбачає необхідність збереження родючості ґрунтів та запобіганню їх деградації, зокрема на території промислових об'єктів. Тому опрацювання та впровадження заходів із захисту ґрунтів є головним елементом забезпечення сталого використання земельних ресурсів. Оскільки сонячні електростанції зазвичай будуються на відкритих місцевостях або схилах, де є ризик виникнення водної та вітрової ерозії, здійснення заходів зі збереження ґрунтів сприяє зменшенню цих загроз. В нашій державі існують нормативні акти та закони, що регламентують охорону земель та використання ґрунтів. Застосування відповідних допоможе забезпечити дотримання вимог чинного законодавства. Побудова сонячних електростанцій є особливо актуальною в умовах переходу до відновлюваних джерел енергії. Крім того, розробка екологічно безпечних технологій їх будівництва сприятиме підвищенню стійкості таких ініціатив до екологічних ризиків. Це також дозволить вдосконалити наукові підходи до сталого управління земельними ресурсами, а отримані результати можуть бути застосовані до інших подібних проєктів, що є дуже важливим у рамках розвитку сонячної енергетики в Україні та переходу до альтернативних джерел енергії.

**Мета магістерської кваліфікаційної роботи** полягає в обґрунтуванні системи ґрунтоохоронних заходів на земельних ділянках, призначених для будівництва сонячної електростанції (на прикладі території села Катюжанка Димерської територіальної громади Вишгородського району Київської області).

**Завдання магістерської роботи:**

1. Дослідити теоретичні основи формування ґрунтоохоронних заходів при містобудівній діяльності в Україні;
2. Обґрунтувати особливості впливу містобудівної діяльності на ґрунтовий покрив в Україні;
3. Розробити систему ґрунтоохоронних заходів для земельних ділянок на яких буде здійснюватися будівництво сонячної електростанції.

**Об'єктом дослідження** є процес формування ґрунтоохоронних заходів на земельних ділянках для будівництва об'єктів альтернативної енергетики (на прикладі території села Катюжанка Димерської територіальної громади Вишгородського району Київської області) та їх ґрунтовий покрив.

**Предметом дослідження** є система ґрунтоохоронних заходів, спрямованих на зменшення деградації ґрунтів, збереження їх екологічного стану та забезпечення стійкості екосистем під час будівництва і експлуатації сонячної електростанції.

**Методи дослідження.** У процесі роботи використовувались загальнонаукові методи: аналіз основних закономірностей і чинників розвитку досліджуваного об'єкта, синтез отриманих результатів для формування узагальнених висновків, спостереження фактичного стану та особливостей об'єкта, порівняння показників за різними параметрами чи територіями. Застосовувались статистичні методи для опрацювання та узагальнення кількісних даних, а також розрахунково-порівняльні методи для визначення динаміки, пропорцій і співвідношень між окремими показниками.

**Наукова новизна результатів дослідження.** Запропоновано науково-методичні підходи до розроблення системи ґрунтоохоронних заходів з охорони земель при розміщенні об'єктів альтернативної енергетики.

**Практичне значення.** У процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи було запропоновано проєктно-технічні рішення з визначення комплексу ґрунтоохоронних заходів при розміщенні об'єктів альтернативної енергетики (на прикладі території села Катюжанка Димерської територіальної громади Вишгородського району Київської області).

**Апробація результатів роботи.** Клименко С.В., Колганова І.Г. СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ СТАЛОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ. Міжвузівська науково-практична конференція «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ» 20 березня 2025 р., м. Боярка, с.33-36.

## РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ҐРУНТООХОРОННИХ ЗАХОДІВ

### 1.1 Поняття та значення ґрунтоохоронних заходів та вплив будівництва на ґрунти та екосистеми

Ґрунт є ключовим елементом наземних екосистем, який формувався протягом мільйонів років під впливом взаємодії живих організмів і неживих природних факторів. Як складна система, що поєднує органічні та мінеральні компоненти, ґрунт виступає природною основою, на якій базується функціонування екосистем біосфери. Однією із найголовніших ознак ґрунтів є їх можливість до родючості. Маючи властивість продуктивності, ґрунт виступає основним ресурсом у сільському та лісовому господарствах, слугує фундаментом для отримання сільськогосподарської продукції та інших рослинних матеріалів, а також виступає важливим чинником забезпечення добробуту населення. Раціональне використання, підтримка та підвищення рівня родючості, а основне збереження ґрунтів є невід'ємною умовою подальшого економічного розвитку.

Через стрімке зростання чисельності населення, загострення продовольчої кризи, а також у зв'язку з проблемами, які постали перед Україною через війну, де військові дії спричиняють забруднення ґрунтів, деградацію земель та знищення родючих площ, що посилює загрозу продовольчої безпеки країни та ускладнює відновлення аграрного потенціалу, збереження ґрунтів набуває особливої важливості в сучасних умовах.

Глобальні продовольчі ресурси включають продукцію рослинного походження, тваринництва та біологічні ресурси морів. Нарощування перших двох категорій можливо лише за умов ефективного та відповідального використання земельних ресурсів. Нині для сільськогосподарських потреб використовується лише 1,43 мільярдів гектарів орних земель, що складає 10,4% від загальної площі суші або 2,95% від усєї поверхні Землі. Для порівняння, пустелі, як гарячі так і холодні, займають 45% суші. Протягом аграрної історії втрати земельних ресурсів через ерозію, засолення, урбанізацію, будівництво

інфраструктури та промислових об'єктів досягли величезних масштабів – до 2 мільярдів гектар, що наразі значно перевищує доступну орну площу планети. Щорічно з обігу виходить від 5 до 7 мільйонів гектарів родючих земель, що використовуються для сільського господарства. Отже, збереження ґрунтів є однією найважливіших економічних проблем для всіх держав світу.

Основоположником української школи ґрунтознавства є Василь Васильович Докучаєв, видатний геолог і ґрунтознавець. Він започаткував наукове ґрунтознавство, розробив основи теорії, ґрунтоутворення та визначив географічні закономірності розповсюдження ґрунтів. Докучаєв досліджував чорноземи, сформулював основні принципи сучасної науки про ґрунти, що стали основою для землевпорядкування і сільського господарства. Його робота по вивченню чорноземів, а також розробка генетичного ґрунтознавства стала вагомим внеском в розвиток науки, і його праці залишаються актуальними до сьогодні.

Ґрунтоутворююча або матринська порода утворює мінеральну основу ґрунту, визначаючи його фізичні, поживні та хімічні властивості. Вона однозначно впливає на процес ґрунтоутворення та забезпечення ґрунту поживними речовинами. Як приклад можна розглядати породи багатими зольними елементами, таких як продукти вивітрювання доломітів глинистих сланців, діабазів і вапняків, утворюються ґрунти з високим рівнем родючості. Натомість на пісковиках та кремнистих породах, бідних на поживні речовини, утворюються менш родючі ґрунти.

Стан ґрунтів в Україні перебуває на межі надзвичайної загрози, зазначають експерти. Працівники Державної установи “Інституту охорони ґрунтів” уже багато років наголошують, що якість ґрунтів погіршується. Деградація посилюється через зміну кліматичних умов та господарської діяльності, тому вирішення проблеми із станом ґрунтів ускладнюється.

Основними проблемами, які впливають на стан ґрунтів і спричиняють втрату їх родючості, фахівці виділяють:

1. Використання важкої техніки, що призводить до ущільнення ґрунту, зменшуючи його повітряно-водний обмін і негативно впливає на рослинність. Погіршується проникнення повітря і води до кореневої системи рослин, що негативно впливає на їхній ріст та розвиток. Ущільнений ґрунт також знижує активність ґрунтової мікрофлори, яка відіграє важливу роль в процесах розкладання органічних речовин і забезпеченні рослин поживними елементами. Також ущільнення може сприяти посиленню поверхневого стоку води, що збільшує ризик ерозії ґрунту та змивання родючого шару. Це є серйозною загрозою для збереження агроландшафтів і підтримання продуктивності сільськогосподарських угідь .

2. Нераціональне використання великої кількості мінеральних добрив, що погіршує баланс поживних речовин у ґрунті. Надмірне внесення веде до перенасичення окремими елементами, такими як азот, фосфор та калій. Все це негативно впливає на мікрофлору та мікрофауну ґрунту, які відіграють важливу роль у забезпеченні його родючості. Надлишок добрив також може сприяти закисленню ґрунту, зміні його хімічних і фізичних властивостей, а також вимиванню зайвих елементів у підземні води, що створює ризики для якості питної води та екосистем. Отже, збалансоване використання добрив є важливим для збереження екологічної стабільності.

3. Недостатнє використання органічних добрив або їх повна відсутність. Мізерне внесення органічних добрив значно знижує рівень органічної речовини в ґрунті, що є основним джерелом гумусу, важливого для підтримки його родючості. Відсутність постійного збагачення ґрунту органікою погіршує структуру ґрунту, зменшує його здатність зберігати вологу та поживні речовини. Також дефіцит органічних добрив впливає на життєдіяльність ґрунтових організмів, які забезпечують важливі функції, такі як розкладання рослинних залишків і трансформацію поживних речовин у форми, доступні для рослин. Це створює ризик деградації та зниження врожайності сільськогосподарських культур.

4. Відсутність сидератів (зелених добрив) і недостатня кількість бобових культур у сівознах, що послаблює процеси ґрунтоутворення. Це приводить до зменшення біологічної активності ґрунту, оскільки ці рослини мають здатність збагатити ґрунт азотом і покращити його структуру. Без сидератів ґрунт стає менш родючим, оскільки не відбувається достатнього процесу фіксації азоту, що необхідний для росту рослин. Бобові культури мають здатність до біологічної азотфіксації, що спричиняє збереженню балансу поживних елементів і покращує здоров'я ґрунту. Зокрема, відсутність цих культур у сівознах зможе знижувати ефективність агроландшафтів, тому що такі рослини активно сприяють циклу хвороб і шкідників, а також підтримують оптимальну структуру ґрунту, завдячуючи своїм кореневим системам. Таким чином, внесення сидератів і бобових культур у сівозна є необхідною складовою сталого землеробства, що допомагає збереженню родючості ґрунтів та підвищенню продуктивності сільського господарства.

5. Надмірне використання пестицидів, які накопичуються в ґрунті та змінюють природну життєдіяльність ґрунтових організмів. Пестициди, накопичуючись у ґрунті, не тільки токсично впливають на мікрофлору, але й на природні біохімічні цикли. Це змінює співвідношення корисних і шкідливих мікроорганізмів, знижуючи ефективність розкладу органічних решток, що погіршує структуру ґрунту і його здатність утримувати вологу та поживні речовини. З часом, внаслідок накопичення токсичних речовин, можуть ставати гіршими умови для росту рослин, оскільки пестициди можуть знижувати здатність ґрунту до самоочищення. Вони можуть впливати не тільки на корисні ґрунтові організми, але й на корені рослин, що ускладнює їх харчування. Таке явище може призводити до зниження врожайності сільськогосподарських культур. Важливо знати, що з часом навіть зниження застосування пестицидів не завжди відновлює здоров'я ґрунтів, адже токсичні речовини можуть залишатися у ґрунті протягом десятиліть. Тому важливим є перехід до більш екологічних методів захисту рослин, а саме біологічний контроль або інтегрована система захисту рослин, щоб зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

6. Знищення лісосмуг, що сприяє посиленню водної та вітрової ерозії ґрунтів. Їх втрата є однією з серйозних причин посилення ерозійних процесів на землі. Лісосмуги, які є природними бар'єрами, виконують кілька важливих функцій для збереження здоров'я ґрунтів. Вони захищають від вітрової ерозії, стабілізуючи ґрунт і знижуючи швидкість вітрових та дощових потоків, що переносять частинки ґрунту. Коли ці природні бар'єри знищуються або зменшуються, ґрунти стають значно більш уразливими до ерозії. Вітрова ерозія призводить до значних втрат ґрунтів, особливо у регіонах з посушливим кліматом. Вода, яка не має природних перешкод у вигляді лісосмуг, з великим потоком змушена змивати ґрунт. Лісосмуги мають вирішальне значення для запобігання ерозії ґрунтів і забезпечення сталого землекористування

7. Порушення принципів сівозміни, що призводить до виснаження ґрунтів через тривале вирощування однієї культури без чергувань. Недотримання принципів сівозміни, зокрема постійне вирощування однієї культури на одній і тій самій ділянці, негативно впливає на родючість. Такий підхід виснажує ґрунт, оскільки певна культура постійно поглинає однакові поживні речовини не даючи можливості відновитися природним шляхом. Крім того, відсутність ротації культур сприяє накопиченню шкідників і хвороб, характерних для конкретної рослини, що ще більше ускладнює агротехнічну діяльність.

Одностороннє використання ґрунтів знижує їхню мікробіологічну активність, оскільки відсутність різноманіття культур обмежує утворення і циркуляцію органічних речовин. Також погіршується структура ґрунту: частинки злипаються, знижується його здатність до водопроникнення. Запровадження правильної сівозміни дозволяє не лише уникнути виснаження ґрунтів, а й поліпшити їх фізико-хімічні властивості. Чергування культур із різними кореневими системами сприяє кращому використанню різних шарів ґрунту, а бобові рослини, що збагачують ґрунт азотом, допомагають підтримувати його родючість без додаткового застосування хімічних добрив.

В процесі будівництва гумус часто видаляють або ущільнюють за допомогою важкої техніки, що призводить до втрати його родючих властивостей і здатності підтримувати життя. Видалення цього шару оголює глибші, менш продуктивні частини ґрунту, а його ущільнення значно зменшує здатність ґрунту пропускати повітря і воду. Це створює несприятливі умови для рослин і мікроорганізмів. Крім того, ущільнення сприяє збільшенню поверхневого стоку, що призводить до ерозії та вимивання залишків поживних речовин. У підсумку це призводить до деградації екосистеми, втрати її здатності до відновлення і неможливості використання території для природного або сільськогосподарського призначення.

Перед початком будівництва потрібно зробити екологічну оцінку, тому що вона є важливим етапом для зменшення негативного впливу на природу. Цей механізм передбачає детальну вивчення природних умов території, включаючи аналіз рослинності, ґрунтів, водних ресурсів і місцевої фауни. Оцінювання допомагає ідентифікувати потенційні ризики, такі як ерозія ґрунтів, забруднення водних об'єктів чи фрагментація екосистем, а також знищення середовища існування видів. Підготовлені дані дозволяють розробити плани мінімізації шкоди, а саме збереження особливо цінних ділянок, створення зелених зон або застосування екологічно чистих матеріалів. Також екологічна оцінка сприяє вибору альтернативних проєктних рішень, які будуть більш дружніми до навколишнього середовища. Якісне та вчасне проведення цієї процедури не тільки зберегти природні ресурси, але й запобігти можливим штрафам та конфліктів із місцевою громадою, яка може виявити занепокоєння через порушення екосистем. Це є важливим кроком для відповідального будівництва, що враховує економічні потреби, так і необхідність збереження довкілля для наступних поколінь.

## **1.2 Нормативно-правова база щодо охорони ґрунтів під час будівництва об'єктів енергетики**

Земельний фонд України є головним ресурсом, який забезпечує виконання широкого спектра соціальних та господарських рішень. Раціональний підхід до використання земельних ресурсів забезпечує економічний розвиток, зокрема у такій важливій галузі, як енергетика. У межах території держави земельний фонд залучає всі землі, які використовуються, і охоплює єдиний правовий режим для них незалежно від цільового призначення та форми власності.

Згідно з положенням Національної програми охорони земель, загальна площа земельного фонду України становить 60354,80 тисяч гектарів. Землі сільськогосподарського призначення займають 42969,13 тисяч гектарів, інші складають несільськогосподарські землі. Але землі, що використовуються для потреб енергетики, займають лише 51 тисячу гектар, що відповідає 0,081% загальної площі країни.

Україна має сприятливі умови для розташування сонячних електростанцій. Найбільш зручними для цього є південні регіони, а саме Миколаївська, Херсонська, Одеська, Запорізька та частина Донецької області. У цих областях зосереджено понад 65% усіх промислових СЕС країни. До 2022 року Україна набула один із найвищих темпів розвитку сонячної енергетики в Європі. Проте повномасштабне вторгнення агресора нанесло серйозного удару по цій галузі. Велика кількість сонячних електростанцій розміщені на півдні країни, де зараз тривають активні бойові дії. За підсумками експертів, на окупованих територіях зруйновано або пошкоджено понад 34 % промислових СЕС, що відповідає 1300-1650 МВт встановленої потужності. Дуже багато приватних сонячних станцій зазнали руйнувань, це складає понад 30 %.

Території, які використовують для потреб енергетики, є базовим елементом для функціонування енергетичного сектору держави. За статистикою 66,2 % таких земель знаходяться за межами населених пунктів, тоді як 33,8% розміщені у межах сіл і міст. Такі дані підтверджують, що енергетика є відносно компактною у використанні земель порівняно з іншими галузями. Наприклад,

транспортна інфраструктура складає 660 тисяч гектар, промислова – близько 200 тисяч гектар. Попри те, що енергетичні об'єкти займають меншу площу, вони є стратегічно важливими для економічного розвитку України.

Відповідно до діючих норм законодавства, альтернативні джерела енергії належать до категорії відновлювальних. До них відносять: енергію сонця, геотермальну та гідротермальну енергію, енергію вітру, а також енергію води, хвиль, припливів, газів, отриманих з органічних відходів та вторинних ресурсів. Такий список енергетичних ресурсів демонструє прагнення знизити залежність від традиційних паливних ресурсів та акцентує увагу на екологічній складові в енергетичній галузі. Використання джерел енергії сприяє зменшенню викидів вуглекислого газу та засмічення навколишнього середовища. Важливо звертати увагу на процедури збереження енергії, такі як акумулятори та вдосконалені системи енергетичного менеджменту дозволяють зберігати енергію для подальшого використання, це дає змогу збільшити ефективність та стабільність енергетичних мереж.

Землі, що використовуються в енергетичній сфері виділені в окрему категорію, згідно з частиною 1 статті 19 Земельного кодексу України. Вони охоплюють ділянки, які надані під розміщення електрогенеруючих об'єктів, таких як теплові, атомні та гідроелектростанції, а отже і для об'єктів, що займаються транспортуванням електричної енергії [2]. Ці земельні ділянки можуть перебувати у власності держави, органів місцевого самоврядування або приватних осіб. Закон України “Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів” зазначає ці землі як території, надані для розміщення, будівництва та експлуатації енергогенеруючих підприємств, і для установ альтернативної енергетики і передачі електричної та теплової енергії. Цей Закон спрямований на регулювання використання земель під спорудами енергетики, включаючи встановлення спеціальних зон та обмеження для забезпечення їх безпечної експлуатації. Він визначає правила відшкодування збитків власникам і користувачам земель у разі обмеження їх прав чи погіршення

стану земель, а також передбачає заходи для захисту населення та довкілля від негативного впливу енергетичних об'єктів [6].

Земельний кодекс України є головним нормативно-правовим актом, який врегульовує правовідносини у галузі використання та охорони земель. Кодекс визначає порядок надання земельних ділянок, встановлює вимоги до їх цільового використання та окреслює щодо охорони ґрунтів. Наприклад, за статтею 162 Земельного кодексу України обов'язок власників та користувачів земель вживати заходів для збереження та відновлювання земельних ресурсів [7]. Ці завдання вимагають мінімального негативного впливу господарської діяльності, особливо будівельних робіт, на стан ґрунтового покриву. Громадяни, які володіють, а також користуються земельними ділянками, зобов'язані здійснювати роботи таким чином, щоб звести до мінімуму руйнування чи пошкодження родючого шару ґрунту. Це включатиме в себе використання новітніх екологічних технологій, організацію будівельного процесу з дотриманням екологічних стандартів і забезпечення належного поведіння з відходами будівництва.

У цій статті звернено увагу на запобігання ерозії, підтопленням та деградації ґрунтів. Під час використання земельних ділянок потрібно вживати заходів для запобігання руйнуванню ґрунтового покриву під впливом природних і антропогенних факторів. Потрібно забезпечити систему водовідведення для уникнення підтоплень, захистити землю від водної та вітрової ерозії, не допустити забруднення шкідливими речовинами. У випадках, якщо будівельні роботи спричинили порушення структури ґрунту, потрібно проводити рекультивацию, тобто комплекс заходів для відновлення родючості земель та їх повернення до стану, придатного для подальшого використання. Це може охоплювати зняття, збереження та повернення родючого шару ґрунту, вирівнювання території, а також проведення меліоративних та агротехнічних робіт.

У контексті дослідження варто звернути увагу на статтю 35 Закону України «Про охорону земель», котра регламентує порядок зняття, зберігання

та використання родючого шару ґрунту під час виконання будівельних, господарських чи інших робіт. Вказана вимога має важливе значення для збереження екологічної рівноваги та забезпечення раціонального використання земельних ресурсів.

Ключові положення статті 35 Закону України «Про охорону земель»:

1) Зняття родючого шару ґрунту: під час проведення робіт, котрі ведуть до порушення ґрунтового покриву, особливо будівництва, забудовники та землекористувачі зобов'язані здійснити зняття родючого шару ґрунту до початку будівельних робіт; забезпечити зберігання цього шару в умовах, що виключають його деградацію (виснаження та ерозію).

2) Подальше використання ґрунту: оодючий шар ґрунту, який було знято під час проведення робіт, необхідно застосувати для відновлення порушених земель або для покращення родючості інших територій. 3) Відповідальність за пошкодження ґрунту: особи, які завдали шкоди ґрунтовому покриву або порушили встановлені норми його збереження, несуть відповідальність за відшкодування завданих збитків; проведення заходів, спрямованих на відновлення земельних ресурсів.

1. Проектування та контроль. Під час розробки проєктів будівництва чи інших робіт має бути передбачено розділ, який визначає заходи зі збереження ґрунтового покриву. Контроль за дотримання вимог здійснюють органи місцевого самоврядування та державні екологічні інспекції.

2. Відновлення земель. У випадку порушення земель, передбачається їх належне відновлення (рекультивация). Цей процес має на меті повернення ґрунтових ресурсів до стану, що дозволяє їх подальше використання відповідно до цільового призначення, наприклад, для сільськогосподарських, лісових чи рекреаційних потреб.

Отже, стаття 35 Закону України «Про охорону земель» забезпечує збереження екосистемних функцій ґрунту та родючості земель навіть у разі активного їх використання у промислових або будівельних цілях. Під час будівництва електростанцій, ЛЕП, вітряків забудовники мають враховувати

вимоги статті 35. Зберігання, зняття та раціональне використання ґрунту є необхідними умовами, без яких роботи можуть бути призупинені або визнані незаконними.

Законодавство України передбачає кілька механізмів підтримки розвитку альтернативної енергетики, серед яких важливу роль відіграють “зелені” тарифи, що надають вигідні умови для виробників електроенергії з відновлювальних джерел. Термін “зелений” вперше був закріплений в законодавстві США ще в 70-х роках ХХ століття. “Зелені тарифи”- це спеціально встановлені фінансові механізми, спрямовані на стимулювання розвитку відновлювальних джерел енергії(ВДЕ), таких як сонячна, вітрова, гідроенергія та біоенергетика. Ці тарифи сприяють залученню інвестицій у сонячну енергетику, роблячи її привабливою для бізнесу. Завдяки гарантованим цінам на електричну енергію, отриману з відновлювальних джерел, “зелені” тарифи стали важливим чинником для залучення інвесторів у цей сектор. На основі аналізу експертів, український ринок альтернативної енергетики має значний потенціал для подальшого розвитку в найближчі роки, оскільки попит на чисту енергію продовжує зростати.

**Таблиця 1.1.**

**Очікувані показники розвитку відновлювальної енергетики за  
основним сценарієм, млн. т у.п./рік**

Категорія	Виробництво енергії, млн.т			
	2015	2020	2030	2035
Біоенергетика	1,30	2,72	6,45	9,15
Сонячна енергетика	0,013	0,027	0,333	1,65
Мала гідроенергетика	0,16	0,48	0,79	1,25
Геотермальна енергетика	0,003	0,011	0,25	0.56
Вітроенергетика	0,02	0,36	0,49	0.98
Енергія доквілля	0,001	0,11	3,67	4,8

Незважаючи на позитивні тенденції, сектор сонячної енергетики в Україні зіштовхується з кількома серйозними викликами. Однією з головних проблем є непостійність тарифної політики, що може негативно вплинути на прийняття довгострокових інвестиційних рішень. Іншою важливою проблемою є недостатньо розвинута інфраструктура для інтеграції нових сонячних електростанцій в існуючу енергетичну мережу, що вимагає швидкого вирішення. В Україні існує необхідність у модернізації енергетичних систем для забезпечення надійного електропостачання [9]. Процес оформлення та ліцензування для компаній, які планують постачати енергію на умовах “зеленого” тарифу є досить складним і включає кілька етапів. Спочатку потрібно придбати обладнання, що відповідає відповідним стандартам. Після цього слідує його встановлення, після чого компанія має отримати ліцензію на виробництво електроенергії. Далі проводиться експертиза, яка підтверджує відповідність обладнання вимогам. Наступним кроком є узгодження тарифу і зрештою укладання договору на продаж електроенергії.

Інноваційні технології відіграють значну роль у розвитку сонячної енергетики. В Україні активно впроваджуються сучасні розробки, зокрема сонячні панелі з підвищеною ефективністю та системою накопичення енергії. Це сприяє стабільному постачанню електроенергії навіть у періоди низької сонячної активності. Застосування систем накопичувальної енергії (СНЕ) набуває все більшої активності, тому що дає можливість акумулювати надлишкову електроенергію, вироблену в періоди пікової генерації, і використовувати її у часи підвищеного споживання.

“Зелений” тариф визначається окремо для кожного суб’єкта господарювання, котрий займається виробництвом електроенергії, а також для кожного енергетичного об’єкта чи окремої черги будівництва електростанції і діє до 2030 року.

Станом на 24 лютого 2022 року тарифи на реалізацію електроенергії за “зеленим” тарифом складали €0,164/ кВт-год, але діюча ставка була змінена до €0,146/ кВт-год. Війна створила ризики для подальших виплат за чинними

тарифами. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, ухвалила рішення щодо встановлення тарифів на електроенергію з відновлювальних джерел на час дії воєнного стану. Тепер всі виплати за тарифами, зазначеними у договорах власників сонячних електростанцій, будуть здійснені у повному обсязі протягом 45 днів після завершення воєнного стану.

Попри виклики, сонячна енергетика залишається перспективною галуззю, особливо в умовах глобального переходу до екологічно чистої енергетики. Збереження та подальше вдосконалення державної підтримки, модернізації інфраструктури та впровадження інновацій сприятимуть її сталому розвитку в Україні навіть у складних умовах.

### **1.3 Досвід організації ґрунтоохоронних заходів у сфері відновлюваної енергетики в країнах Європи**

Кілька недавніх десятиліть питання стабільного і безперервного задоволення енергетичних потреб набуло особливої актуальності, особливо з огляду на необхідність охорони довкілля. У світовій енергетиці спостерігається тенденція до значного зростання частки електроенергії, що виробляється з відновлювальних джерел.

Водночас об'єкти, які використовують альтернативні джерела енергії, потребують значних капіталовкладень, що часто перевищують витрати на традиційні енергетичні установки. Для їхнього ефективного функціонування необхідні великі інвестиції, які, попри високі початкові витрати, компенсують в довгостроковій перспективі. Це зумовлено відсутністю витрат на паливо протягом усього періоду експлуатації. Передові країни демонструють успішні приклади запровадження прозорих заходів, які сприяють розвитку цієї галузі.

У Німеччині питання охорони ґрунтів під час будівництва сонячних електростанцій є одним з основних аспектів екологічної політики. Процес зняття родючого шару ґрунту та його подальше використання регулюється строгими нормами та стандартами які забезпечують мінімізацію негативного впливу на

навколишнє середовище. Ці правила зумовлені необхідністю збереження природних ресурсів та сприяння сталому розвитку енергетичних проєктів[10].

Німеччина є одним із лідерів з використання сонячної енергетики. На сьогодні в країні встановлено понад 400 тисяч сонячних систем, які підключені до загальної електричної мережі. Це є результатом багаторічних інвестицій в розвиток цієї галузі та активної державної політики. Особливо важливою є тенденція до популяризації компактних сонячних установок, які можуть бути розміщені навіть на балконах житлових будинків. Ці сонячні системи зазвичай мають невеликі розміри і можуть бути легко інтегровані в інфраструктуру багатоквартирних будинків без значних втрат або складних змін.



**Рис. 1. Сонячні панелі в Німеччині**

Завдяки строгим законодавчим вимогам, ефективній рекультивациі та використанню сучасних технологій, країна забезпечує сталий розвиток сонячної енергетики, мінімізуючи вплив на навколишнє середовище. Україна може запозичити ці практики для покращення ефективності та екологічної безпеки своїх енергетичних проєктів.

Згідно з законодавством Данії, компанії, які займаються виробництвом енергії з відновлювальних джерел, зобов'язані виконати повну рекультивацію земель після завершення діяльності їхніх об'єктів. Це включає в себе комплекс Заходів, спрямованих на повернення земель до їх початкового стану. Рекультивація передбачає відновлення не лише фізичних характеристик ґрунту, але й біологічного різноманіття та екологічних функцій, які були порушені під час будівництва і експлуатації споруд. Землі мають бути придатними для подальшого сільськогосподарського використання або лісовідновлення.

1 липня 2024 року Данська державна залізниця (DSB) уклала угоду з компанією European Energy для створення нового сонячного парку в Східній Данії. Цей проект значно збільшить виробництво відновлювальної енергії країни. Парк розміщений у гавані Редбі в муніципалітеті Лолланн. Сонячний парк забезпечує виробництво електричної енергії обсягом 262 ГВт- год на рік, що відповідатиме потребам близько 65 домогосподарств у Данії.



**Рис. 2. Парк сонячних панелей у Данії**

Данія є яскравим прикладом впровадження екологічної відповідальності у сфері відновлювальної енергетики. Вимоги щодо відновлення земель після

завершення експлуатації енергетичних споруд відображають зважений підхід до охорони довкілля та забезпечення сталого розвитку.

У Швеції охорона ґрунтів є важливою складовою державної політики, особливо у контексті розвитку відновлюваної енергетики. Законодавство країни передбачає регулярний моніторинг стану земель. Законодавство країни передбачає регулярний моніторинг стану земель, зайнятих об'єктами відновлювальної енергетики, щоб уникнути негативних наслідків для навколишнього середовища. Зокрема, встановлюються датчики, які відстежують такі параметри, як рівень ерозії, вологість ґрунту, його хімічний склад та ознаки деградації. Ці дані дозволяють швидко реагувати на будь-які порушення, вносячи необхідні корективи у використання земель. Наприклад, у разі виявлення підвищеного рівня ерозії застосовується технології для стабілізації ґрунтів, такі як висаджування спеціальних рослин, що запобігають вітровій чи водній ерозії.



**Рис. 3. Масштабне будівництво сонячних станцій на півдні Швеції**

Додатково, під час проектування нових об'єктів відновлювальної енергетики проводяться ґрунтові дослідження для визначення оптимального

місця розташування, щоб мінімізувати вплив на родючі землі. У Швеції активно впроваджуються методи рекультивації земель після завершення експлуатації об'єктів енергетики, що включає відновлення родючості ґрунту для сільського чи лісового господарства.

Такий системний підхід до управління земельними ресурсами забезпечує не лише стійкий розвиток енергетичної галузі, але й збереження природного середовища для майбутніх поколінь.

У багатьох європейських країнах, а саме в Австрії та Італії, запровадження стандартів екологічного будівництва стало важливою частиною державної політики у сфері сталого розвитку. Вони передбачають не лише мінімізацію впливу на довкілля під час будівництва, а й обов'язкове дотримання вимог щодо збереження ґрунтів. Впровадження таких положень у проекти дозволяє зменшити ризики деградації земель та сприяє збереженню родючого шару ґрунту. Одним із ключових аспектів цих стандартів є сертифікація будівельних проектів, яка підтверджує відповідність екологічним вимогам. Така сертифікація є обов'язковою для отримання державної підтримки чи доступу до пільгових фінансових інструментів, таких як кредити або гранти. Проекти, що не відповідають екологічним нормам, не мають права претендувати на державні субсидії та фінансування[11].

Зокрема, в рамках екологічного будівництва запроваджуються заходи, спрямовані на рекультивацію земель після завершення будівництва. А саме, знятий родючий шар ґрунту використовується для відновлення земель у додаткових регіонах або для поліпшення якості малородючих територій. У більшості випадків об'єкти будівництва, на зразок сонячних електростанцій, розташовується на землях низької сільськогосподарської цінності, що дозволяє зменшити негативний вплив на природні запаси [13].

Отже, досвід європейських країн демонструє, що організація ґрунтоохоронних заходів у сфері відновлювальної енергетики є головною частиною сталого розвитку. Законодавче регулювання, контроль за виконанням екологічних вимог, активне використання деградованих земель та інвестиції в

рекультивацию дозволяють майже знешкодити негативний вплив на ґрунти. Інноваційні технології надають можливість зменшити навантаження на екосистеми. Багато держави Європи використовують автоматизовані системи моніторингу стану ґрунтів, які надають змогу своєчасно реагувати на зміни в їхньому стані. Велика увага приділяється територіям, які не підходять для сільського господарства, таким як промислові зони або території біля інфраструктурних об'єктів, для розміщення споруд відновлювальної енергетики.

Україна має значний потенціал для адаптації цих практик, враховуючи великий обсяг деградованих земель та нагальну потребу в модернізації енергетичної системи. Впровадження сучасних підходів до збереження ґрунтів, підкріплених державними програмами підтримки, сприятиме не лише екологічній безпеці, а й створенню нових економічних можливостей у сфері відновлювальної енергетики.

## Висновок до розділу 1

У першому розділі магістерської роботи розкрито теоретичні засади організації ґрунтоохоронних заходів, визначено їх сутність, значення та роль у збереженні родючості ґрунтів в умовах інтенсивного господарського використання територій. Ґрунт розглянуто як ключовий компонент біосфери, що забезпечує стабільність екосистем, продуктивність сільського господарства та екологічну рівновагу. У роботі проаналізовано вплив будівництва об'єктів енергетики на ґрунтовий покрив, зокрема механічне порушення структури, ерозійні процеси, ущільнення та зміну гідрологічного режиму. Показано, що без належної організації захисних заходів відбувається деградація земель, зниження їх екологічної та господарської цінності.

У розділі наведено характеристику нормативно-правової бази України у сфері охорони ґрунтів, зокрема положення Земельного кодексу, Закону «Про охорону земель» та профільних підзаконних актів, які регламентують порядок зняття, збереження та використання родючого шару під час будівництва. Окрема увага приділена міжнародному досвіду організації ґрунтоохоронних заходів у країнах Європи, таких як Німеччина, Данія та Польща, де створено ефективні системи екологічного контролю та відновлення порушених земель після завершення будівництва енергетичних об'єктів. Проведений аналіз засвідчив, що адаптація європейських практик в українських умовах є доцільною і може забезпечити підвищення екологічної стійкості територій, на яких розміщуються об'єкти відновлюваної енергетики. Узагальнюючи результати розділу, слід відзначити, що реалізація ґрунтоохоронних заходів під час будівництва сонячних електростанцій є невід'ємною складовою сталого розвитку, адже сприяє збереженню родючості земель, запобігає ерозії, підтримує екологічну рівновагу та створює умови для гармонійного поєднання економічних і природоохоронних інтересів суспільства.

## РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ БУДІВНИЦТВА СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ

### 2.1 Природно-кліматичні умови території дослідження

Об'єктом дослідження виступило землекористування, яке розміщене в межах села Катюжанка Димерської територіальної громади Вишгородського району Київської області.

Село Катюжанка розташоване на півночі Київської області, на берегах річки Здвиж(координати  $\approx 50.804^\circ$  пн. ш.,  $30.133^\circ$  сх. д.). Середня абсолютна висота місцевості становить близько 135-145 метрів над рівнем моря. Рельєф околиць села Катюжанка вирізняється чергуванням підвищених і знижених форм. Головними елементами є невеликі моренні підвищення, що сформувалися в результаті діяльності давнього льодового покриву. Вони мають плавні обриси, пологі схили та місця вкриті лісовою рослинністю. Такі підвищення виконують роль природних вододілів, відокремлюючи долини струмків і малих річок. Між підвищенням розташовані пониження, значна частина яких схильна до заболочування. Це зумовлено близьким заляганням ґрунтових вод та густою мережею водотоків. Головним елементом водного рельєфу є річка Здвиж, яка протікає поблизу села, створюючи заплавні ділянки. У весняний період заплавні ділянки зазнають підтоплення, що сприяє накопиченню родючих ґрунтів, проте водночас створює ризик заболочування.

Клімат села Катюжанка відноситься до помірно-континентального, що властиво більшості території Київщини. Йому характерні виразна сезонність та значний контраст між холодною зимою й теплим літом. Формування таких умов розглядається розташуванням території у зоні дії як атлантичних, так і континентальних повітряних мас, а також відсутністю гірських бар'єрів, які могли б зменшувати рух повітряних потоків.

Зимовий період у Катюжанці зазвичай триває від початку грудня до кінця лютого. Морози тут помірні, хоча періодично трапляються і значні похолодання. Середньомісячна температура повітря січня становить близько  $-4-5^\circ\text{C}$ , однак у найхолодніші роки стовпчик термометра може опускатися до  $-20^\circ\text{C}$  і навіть

нижче. Характерною особливістю місцевої зими є нестійкість погодних умов, чергування морозних періодів із відлигами, що обумовлено впливом атлантичних повітряних мас. Такі відлиги частіше спостерігаються наприкінці зими, коли активізуються західні циклони, приносячи теплі й вологі повітряні потоки. Сніговий покрив у цей час формується нестійкий і відзначається невеликою товщиною – переважно 10-20 см. Він зазвичай зберігається протягом двох-трьох місяців, але в окремі зими може повністю зникати під час тривалих відлиг. Через різкі коливання температури іноді утворюється крижана кірка, яка ускладнює газообмін у ґрунті та негативно впливає на стан озимих культур. Попри це, загалом зими в регіоні не є надто суворими, а наявність снігового шару сприяє збереженню вологи в ґрунті та захищає посіви від вимерзання.

Весна в Катюжанці настає зазвичай у березні й триває до кінця травня. Це період активного відродження природи, коли поступово зростає температура повітря, тане сніг і відбувається насичення ґрунту вологою. На початку весни погода ще нестійка: денні температури часто переходять через нуль, тоді як уночі можливі заморозки. У березні середньодобові показники становлять близько 0...+3, а в окремі дні все ще можуть спостерігатися короткочасні снігопади. У квітні повітря швидко нагрівається - середня температура підвищується до +7...+10 °С, а в другій половині місяця вже переважає тепла, сонячна погода. Саме в цей час починається активний ріст рослинності, розкриваються бруньки на деревах, і стартують основні сільськогосподарські роботи. Проте весна у регіоні характеризується різкими погодними коливаннями, періоди тепла часто змінюються на похолодання або нічними заморозками, що може пошкоджувати ранні посіви й квіткові культури. У травні формується стійкий теплий режим, середньомісячна температура становить +12...+14 °С, іноді вдень піднімаючись до +22 °С і вище. Разом із підвищенням температури зростає й кількість опадів - з'являються короткочасні дощі, грози, підвищується вологість повітря. Весняні дощі відіграють важливу роль у накопиченні запасів вологи в ґрунті перед літнім сезоном. Особливістю весняного періоду є й гідрологічна активність: під час танення снігу рівень води в річці Здвиж значно підвищується, що призводить до

короткочасних паводків і підтоплення заплав. Цей природний процес сприяє відновленню родючості заплавних ґрунтів, але іноді створює труднощі для господарювання на прибережних ділянках.

Загалом весна в Катюжанці є динамічним і перехідним сезоном - від холодного, волого насиченого періоду до стабільно теплого та продуктивного. Саме в цей час визначається майбутня врожайність, тому від погодних умов весни значною мірою залежить ефективність сільськогосподарського року.

Літній сезон зазвичай розпочинається на початку червня й триває до кінця серпня. Для цього періоду характерна тепла, інколи спекотна погода з достатньою кількістю опадів. Літо є найактивнішою порою року як у природному середовищі, так і в господарській діяльності - саме тоді спостерігається найінтенсивніший ріст рослинності, дозрівання врожаю та проведення більшості польових робіт.

Середня температура влітку становить близько  $+17...+21^{\circ}\text{C}$ . Удень повітря часто прогривається до  $+26^{\circ}\text{C}$ , а під час спекотних періодів, особливо в липні, температура може перевищувати  $+31^{\circ}\text{C}$ . Ночі при цьому залишаються прохолодними, особливо в червні, що сприяє нормальному розвитку більшості культур і зменшує ризик перегрівання ґрунту. Також цей період відзначається найбільшою кількістю опадів упродовж року. Основна їх частка припадає на червень і липень, коли часто випадають короткочасні, але сильні зливи, іноді з грозами та шквалистим вітром. Такі погодні явища спричинені інтенсивним прогріванням земної поверхні та активною циркуляцією повітряних мас. У середньому за місяць випадає від 80 до 90 мм опадів, що забезпечує достатнє зволоження ґрунту. Однак у посушливі роки можуть траплятися періоди, коли дощів немає два-три тижні поспіль, що призводить до пересихання орного шару та зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Рівень вологості повітря влітку коливається залежно від погодних умов: після злив він підвищується, створюючи духоту, а під час тривалих спекотних днів - помітно знижується. У понижених місцях рельєфу, особливо поблизу річки Після дощів часто спостерігаються ранкові тумани, що є типовим явищем для

регіону. Завдяки тривалому світловому дню (у червні понад 16 годин) фотосинтетична активність рослин висока, що сприяє накопиченню біомаси та дозріванню зернових, технічних і кормових культур. Найінтенсивніше визрівають озимі зернові, картопля, овочі, а також фрукти й ягоди у присадибних господарствах.

Завдяки тривалому світловому дню (у червні понад 16 годин) фотосинтетична активність рослин висока, що сприяє накопиченню біомаси та дозріванню зернових, технічних і кормових культур. Найінтенсивніше визрівають озимі зернові, картопля, овочі, а також фрукти й ягоди у присадибних господарствах.

Осінній період у селі Катюжанка Димерської територіальної громади триває з початку вересня до перших зимових холодів і відзначається поступовим зниженням температури, скороченням тривалості світлового дня та підвищенням вологості повітря. Це перехідний етап від теплого літа до холодної зими, коли завершується вегетація рослин, збирається урожай і проводяться основні польові роботи з підготовки ґрунтів до зими.

На початку осені, у вересні, ще переважає м'яка та комфортна погода. Середня температура становить  $+13...+15$  °С, удень може сягати  $+21$  °С, тоді як ночі стають прохолодними. У цей період часто спостерігаються тумани, особливо в долині річки Здвиж. У жовтні температура поступово знижується до  $+8...+10$  °С, іноді випадають перші заморозки, а листопад зазвичай приносить прохолодну та вологу погоду з температурою близько  $+3...+5$  °С, місцями нижче нуля.

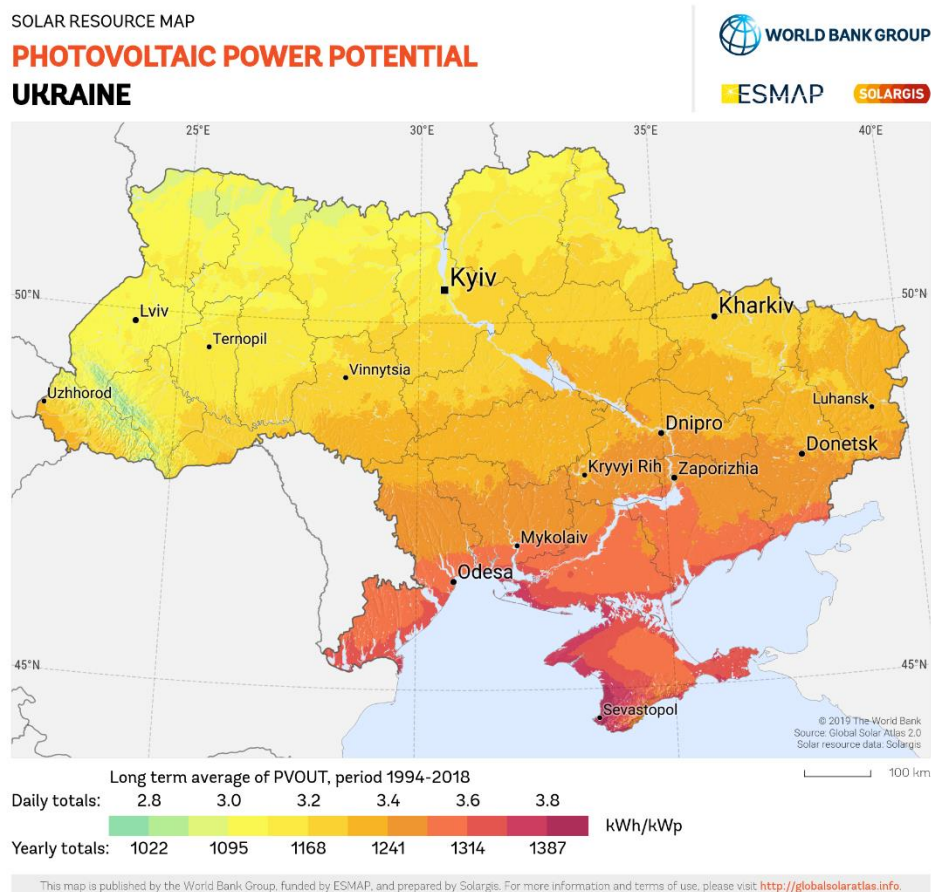
Протягом осені опади випадають переважно у вигляді дощів, а наприкінці сезону – мокрого снігу. Їх кількість становить у середньому 50-65 мм на місяць. Такі умови сприяють відновленню запасів вологи в ґрунті, що особливо важливо після спекотного літа. Водночас підвищена вологість і часті тумани можуть ускладнювати проведення сільськогосподарських робіт, зокрема збирання пізніх культур.

Таблиця 1.2.

## Основні кліматичні показники осіннього періоду в с. Катюжанка

Показник	Вересень	Жовтень	Листопад
Сер. температура повітря °С	+13...+15	+8...+10	+3...+5
Кількість опадів, мм	45-60	45-65	40-50
Переважаючі вітри	Західні, північно-західні	Північно-західні	Північні
Особливості погоди	Теплі дні, прохолодні ночі, тумани	Зниження температури, перші заморозки	Похмурі дні, мокрий сніг
Природні явища	Листопад, роса, туман	Заморозки, сильні вітри	Мряка, ожеледь

Карта сонячного потенціалу Вишгородського району Київської області демонструє рівень надходження сонячної енергії на територію, що є важливим фактором для оцінки можливостей розвитку сонячної енергетики. Найсприятливіші умови для використання сонячної енергії спостерігаються на відкритих рівнинних ділянках, віддалених від великих лісів і водних акваторій. Найбільш перспективними у цьому плані є території поблизу населених пунктів Катюжанка, Нові Петрівці, Глібівка та Лютіж, де кліматичні умови характеризуються малою кількістю туманів, помірною хмарністю в літній період і рівнинним рельєфом. Згідно з даними карт глобальної сонячної радіації, у Вишгородському районі середньодобовий рівень інсоляції влітку становить близько 5-5,2 кВт·год/м<sup>2</sup>, а взимку –1,2-1,3 кВт·год/м<sup>2</sup>. Такі показники свідчать про хороші передумови для ефективного функціонування сонячних електростанцій, особливо за умов використання сучасних технологій акумуляування енергії.



**Рис. 4. Карта сонячного потенціалу території України**

Сонце за одну хвилину виробляє настільки велику кількість енергії, що її вистачило б для забезпечення потреб усієї Землі протягом року. Україна належить до регіонів із середнім рівнем сонячної радіації, де кількість енергії, яка потрапляє на один квадратний метр поверхні, коливається в межах 1000-1390 кВт\*год/м<sup>2</sup>. За цим показником країну умовно поділяють на чотири зони: Західну, Центральну, Східну та Південну. Село Катюжанка входить у Центральну зону, рівень сонячної радіації складає приблизно 1100 кВт\*год/м<sup>2</sup>. У середньому інтенсивність сонячного випромінювання в Україні складає 1250 кВт\*год/м<sup>2</sup>, що перевищує аналогічний показник у Німеччині. Це робить Україну перспективною для розвитку сонячної енергетики. Очікується, що впродовж найближчих 3-5 років ринок сонячної енергетики в Україні активно розвиватиметься та зможе досягти рівня провідних країн Західної Європи.

## **2.2 Типи земельних ділянок, що залучаються під будівництво сонячних електростанцій**

Для будівництва сонячних електростанцій залучаються земельні ділянки різних категорій, вибір яких здійснюється з урахуванням сукупності технічних, економічних, правових та екологічних чинників. Вибір території є стратегічно важливим етапом, адже від нього залежить ефективність роботи об'єкта, рівень інвестиційної привабливості проєкту та мінімізація потенційних ризиків. Технічні параметри передбачають оцінку рівня сонячної інсоляції, морфологічних особливостей рельєфу, площі та конфігурації ділянки, що визначають оптимальність розміщення сонячних модулів. Важливими залишаються питання розміщення до ліній електропередач, трансформаторних підстанцій та транспортної інфраструктури, що забезпечує доступ для будівельної техніки та подальшого обслуговування станції. Економічні фактори охоплюють витрати на придбання або оренду земельних ресурсів, податкове навантаження, умови та строки їх використання, а також необхідність фінансування підготовчих робіт і процедури зміни цільового призначення. У свою чергу, екологічна складова має особливе значення, оскільки розвиток відновлюваної енергетики має ґрунтуватися на принципах раціонального природокористування. З цієї причини для сонячних електростанцій найчастіше обирають малопродуктивні та деградовані землі, техногенно порушені території, відпрацьовані кар'єри, землі запасу або ті площі, що втратили господарську цінність у сільському виробництві. Це дозволяє уникати вилучення високоякісних сільськогосподарських угідь і водночас сприяє відновленню порушених екосистем. Залучення таких категорій земель під будівництво сонячних електростанцій є не лише економічно доцільним, а й екологічно обґрунтованим рішенням, оскільки воно дозволяє знизити тиск на родючі сільськогосподарські угіддя та одночасно сприяє відновленню ділянок, що тривалий час залишалися занедбаними або характеризувалися низькою продуктивністю. Розміщення об'єктів відновлюваної енергетики на деградованих і техногенно трансформованих землях забезпечує їх повторне

включення у господарський обіг у новій функції, що створює передумови для підвищення ефективності територіального розвитку. Водночас використання малопродуктивних площ знижує ймовірність соціальної напруги, пов'язаної з вилученням цінних орних земель, які мають вирішальне значення для продовольчої безпеки країни. У такій ситуації одним із ключових завдань виступає узгодження інтересів енергетичного сектору, аграрної сфери та місцевих громад, що можливо завдяки реалізації продуманої державної політики у сфері землекористування та стимулювання розвитку відновлюваної енергетики. Для розміщення сонячних електростанцій можуть залучатися земельні ділянки різного типу, що розрізняються за формою власності та способом використання. Найпоширенішими варіантами є землі у приватній власності, ділянки, що належать громадам, а також державні території. Приватні землі можуть бути використані самим власником для будівництва електростанції або ж передані інвесторам в оренду на певний строк. Перевагою цього варіанту є оперативність у прийнятті рішень і менша кількість бюрократичних процедур, хоча у випадку викупу ділянки інвестиції можуть бути значними. Землі комунальної власності, якими розпоряджаються територіальні громади, часто надаються для проєктів відновлюваної енергетики через оренду, що здійснюється переважно за результатами земельних торгів. Для місцевих бюджетів це вигідно, оскільки забезпечує додаткові надходження та стимулює розвиток інфраструктури. Окрему категорію становлять землі державної власності, які перебувають під контролем спеціально уповноважених органів. Вони можуть передаватися інвесторам у власність або користування після проходження визначених законодавством процедур. З практичної точки зору найбільш доцільним є використання земель запасу, резервного фонду, відпрацьованих промислових територій, техногенно змінених ділянок чи малопродуктивних сільськогосподарських угідь. Це дозволяє зменшити вилучення високоякісних орних земель із господарського обороту та сприяє відновленню раніше порушених територій. У будь-якому випадку для розміщення СЕС необхідна відповідність цільового призначення землі або ж

його зміна на категорію «землі енергетики» згідно з чинними правовими нормами. Землі енергетики становлять окрему категорію земельних ресурсів, що мають спеціально визначене цільове призначення і використовуються для розміщення, будівництва, експлуатації та обслуговування об'єктів енергетичної інфраструктури, включно з тими, що виробляють енергію з відновлюваних джерел. До таких земель відносять ділянки, на яких розташовуються електростанції різних видів – теплові, атомні, гідро-, сонячні та вітрові, а також трансформаторні підстанції, високовольтні лінії електропередач, об'єкти паливно-енергетичного комплексу, інженерні споруди й комунікації, необхідні для їхнього функціонування. В умовах модернізації енергетичної системи України та переходу до моделі сталого розвитку особливої актуальності набуває залучення земель енергетики для розміщення потужностей відновлюваної енергетики, передусім сонячних та вітрових електростанцій. Це узгоджується зі стратегічними пріоритетами держави щодо зниження залежності від викопних видів палива, скорочення викидів парникових газів та підвищення енергетичної безпеки. Такий підхід забезпечує збалансоване використання земельних ресурсів, поєднує інтереси інвесторів, громад і держави та створює сприятливі умови для подальшого розвитку галузі відновлюваної енергетики. Також, сільськогосподарські землі, які відзначаються низькою продуктивністю або є обмежені для інтенсивного землеробства частіше розглядаються як оптимальні території для будівництва сонячних електростанцій. До них відносяться еродовані орні землі, малопродуктивні ділянки, сіножаті та пасовища, що не здатні забезпечити високих врожаїв через обмежену родючість чи специфічні агрохімічні характеристики. Використання подібних площ під об'єкти відновлюваної енергетики є доцільним, адже воно передбачає вилучення високоякісних орних земель, які мають ключове значення для формування продовольчої безпеки країни. Розміщення сонячних модулів на малопродуктивних сільськогосподарських угіддях має комплексні переваги. Насамперед, це сприяє підвищенню ефективності використання земельних ресурсів, оскільки території, що раніше не давали суттєвого економічного

ефекту, набувають нового призначення у сфері енергетики. Окрім цього, важливою перевагою є екологічний аспект: зменшення інтенсивності землекористування знижує ризики подальшого виснаження ґрунтів і може створити умови для їх поступового відновлення. Додатково такі проєкти здатні стимулювати місцевий розвиток, адже вони забезпечують надходження інвестицій, формують додаткові доходи для бюджетів територіальних громад та сприяють удосконаленню інфраструктури.

Землі промисловості, транспорту, зв'язку, оборони також розглядають як перспективний напрям для розвитку сонячної енергетики, оскільки їх використання дозволяє уникати вилучення цінних сільськогосподарських угідь і водночас забезпечує ефективне освоєння територій, що втратили своє функціональне призначення. До цієї категорії належать території промислових підприємств, які припинили діяльність, відпрацьовані кар'єри, полігони твердих відходів, відвали гірничих мас, промислові майданчики та інші техногенно трансформовані ділянки [20]. Залучення таких земель є виправданим як у господарському, так і в екологічному аспекті, адже це знижує навантаження на продуктивні ґрунти та водночас створює умови для часткової рекультивациі порушених територій.

Особливе місце у складі земельних ресурсів займають землі запасу та резервного фонду, оскільки вони не закріплені за власниками чи постійними користувачами й можуть бути використані для реалізації державних стратегічних ініціатив, а саме у сфері розвитку відновлювальної енергетики. Переважно такі території перебувають у державній або комунальній власності та відзначаються відсутністю юридично оформлених прав на користування, що забезпечує певну гнучкість у зміні їх подальшого функціонального призначення. Використання цих ділянок для будівництва сонячних електростанцій є доцільним, адже воно дозволяє уникати конфліктних ситуацій з приватними власниками чи землекористувачами, знижує соціальні ризики та забезпечує ефективне територіальне планування відповідно до пріоритетних напрямів енергетичної політики. Залучення земель запасу та резервного фонду до

реалізації проєктів у сфері відновлюваної енергетики має значний потенціал. Їхнє використання дає змогу швидко забезпечити відведення площ під інвестиційні ініціативи, оскільки відсутня необхідність у тривалих процедурах викупу чи вилучення. Крім того, такі території нерідко розташовані в районах із низьким рівнем господарського освоєння, що мінімізує конкуренцію з аграрним сектором чи іншими напрямками землекористування. Додатково розміщення сонячних електростанцій на цих землях здатне стимулювати місцевий розвиток шляхом створення нових інфраструктурних об'єктів, підвищення інвестиційної привабливості регіону, формування додаткових робочих місць та збільшення надходжень до місцевих бюджетів[24].

Разом із тим використання земель запасу та резервного фонду повинно відбуватися з урахуванням вимог чинного земельного й екологічного законодавства, зокрема щодо процедури зміни цільового призначення, проведення екологічної експертизи та врахування інтересів місцевих громад. Раціональне управління такими територіями дозволяє досягти балансу між потребами енергетичної галузі та завданнями сталого розвитку, зменшити ймовірні екологічні ризики та водночас розкрити значний потенціал для нарощування обсягів відновлюваної енергетики. У цьому контексті землі запасу та резервного фонду можна вважати вагомим ресурсним резервом для будівництва сонячних електростанцій, що відкриває додаткові можливості для диверсифікації джерел енергії та зміцнення енергетичної безпеки країни.

### **2.3 Характеристика екологічного впливу будівництва та експлуатації сонячних електростанцій на ґрунти**

Будівництво та подальша експлуатація сонячних електростанцій (СЕС) чинять відчутний вплив на стан ґрунтів, який може проявлятися як у вигляді певних негативних змін, так і в наявності потенційно позитивних наслідків. Інтенсивність цього впливу залежить від площі об'єкта, типу земель, що використовуються, обраних технічних рішень, а також технології виконання будівельно-монтажних робіт. На початковому етапі зведення СЕС відбувається

значне механічне порушення ґрунтового покриву. Планування рельєфу, вирівнювання поверхні, зняття або переміщення родючого шару, а також робота важкої техніки призводять до ущільнення ґрунтів, зниження їх водопроникності, порушення структури й повітряного обміну. Це, у свою чергу, негативно позначається на біологічній активності ґрунтових мікроорганізмів, зменшує кількість гумусу та уповільнює процеси відновлення родючості. Найбільш чутливими до таких впливів є родючі чорноземи та дерново-підзолисті ґрунти, які після порушення структури потребують тривалого часу для самовідновлення.

Крім механічних змін, у процесі будівництва сонячних електростанцій існує небезпека забруднення ґрунтів різними техногенними речовинами. Під час роботи будівельної техніки або зберігання матеріалів на майданчику у верхні шари ґрунту можуть потрапляти паливно-мастильні продукти, бетонні розчини, полімери, мастики чи інші хімічні сполуки. Таке локальне забруднення призводить до зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту, погіршує його структуру та зменшує здатність до підтримання біологічного балансу. У місцях розміщення фундаментів опор, технологічних споруд і під'їзних шляхів ґрунти піддаються інтенсивному ущільненню, що порушує їх природний дренаж, сприяє накопиченню поверхневих вод і може активізувати ерозійні процеси, особливо на ділянках зі складним мікрорельєфом або при сильних опадах. Надмірне ущільнення також уповільнює природні процеси ґрунтоутворення, ускладнюючи подальше відновлення екосистем після завершення будівництва чи демонтажу СЕС. Будівництво великих сонячних електростанцій потребує значних відкритих площ, що часто передбачає вилучення земель сільськогосподарського чи природоохоронного призначення. Реалізація таких проєктів у місцях, де раніше були лісові або лугові екосистеми, призводить до знищення природної рослинності, вирубування дерев, порушення структури ґрунту та втрати місць проживання для тварин. Як наслідок, зменшується рівень біорізноманіття, руйнуються природні ланцюги живлення й ускладнюються міграційні маршрути представників дикої фауни. Особливо вразливими в таких

умовах є дрібні тварини, птахи та запилювачі, для яких великі масиви сонячних панелей можуть стати своєрідною перешкодою у середовищі існування [26].

Поверхня сонячних батарей, особливо влітку, сильно нагрівається під впливом сонячного проміння, що спричиняє зміни мікроклімату в межах станції. Підвищення температури може впливати на вологість повітря і ґрунту, змінюючи умови росту рослинності навколо. У зонах тіні під панелями зазвичай зменшується щільність трав'яного покриву, а також змінюється видовий склад рослин – переважають тіньовитривалі види. У деяких випадках це навіть сприяє природному відновленню земель, проте загалом потребує постійного спостереження й контролю для запобігання небажаним екологічним наслідкам .

Додатковою небезпекою є можливість потрапляння шкідливих речовин у навколишнє середовище в разі пошкодження або неналежного обслуговування панелей. Деякі моделі фотомодулів містять сполуки важких металів, таких як кадмій, свинець чи селен, які можуть забруднювати ґрунт та підземні води. Хоча такі ситуації виникають нечасто, відсутність належного контролю чи системи утилізації відпрацьованих елементів може становити серйозну екологічну загрозу. Саме тому важливо забезпечувати безпечну експлуатацію СЕС, дотримання технічних норм обслуговування та впровадження ефективних програм переробки й повторного використання відпрацьованих сонячних панелей.

Під час підготовки земельної ділянки для спорудження сонячних електростанцій відбувається значне втручання у природний стан ґрунтів. На етапі планування території часто здійснюється часткове видалення родючого шару, який містить основну кількість органічних речовин і мікроорганізмів, що відповідають за формування та підтримання родючості ґрунту. Вирівнювання рельєфу, зняття схилів або насипання технічних площин змінюють природний дренаж і водний баланс території, що може викликати посилення ерозійних процесів, особливо на схилах чи у зонах надмірного зволоження. За відсутності належного догляду за територією сонячної електростанції зростає ризик активізації ерозійних процесів, особливо на ділянках із нерівною поверхнею або

відкритих просторах, де немає сталого рослинного покриву. Коли ґрунт залишається без природного захисту у вигляді трав чи іншої рослинності, він стає вразливим до впливу дощових потоків і сильного вітру [30]. Під час інтенсивних опадів відбувається вимивання родючого верхнього шару, а на схилах формуються водні потоки, які утворюють промоїни та руйнують поверхню. У періоди посухи ґрунт висихає й розпилюється під дією вітру, що призводить до втрати гумусу та погіршення його фізико-хімічних властивостей. Також відсутність дренажної системи або захисних заходів, таких як висівання багаторічних трав, укріплення схилів чи облаштування зелених смуг, процеси руйнування ґрунту можуть прогресувати. З часом це призводить до втрати родючості, зменшення товщини гумусового горизонту, замулення водойм і навіть порушення стабільності опор сонячних панелей.

Попри певні ризики, пов'язані з будівництвом та експлуатацією сонячних електростанцій, їхній вплив на ґрунти може бути й позитивним за умови дотримання екологічних вимог і раціональної організації території. Після завершення будівництва земельні ділянки, на яких розташовуються сонячні панелі, зазвичай виключаються з активного сільськогосподарського використання. Це зменшує техногенне навантаження на ґрунти, оскільки відсутні обробіток, оранка, внесення добрив і хімічних засобів захисту рослин. Такий режим сприяє природному відновленню ґрунтової структури, поліпшенню її аерації та зростанню біологічної активності, що поступово підвищує вміст органічної речовини та гумусу.

Якщо територію СЕС утримують належним чином і забезпечують озеленення багаторічними травами або самовідновлення природної рослинності, ґрунт залишається захищеним від руйнування. Трав'яний покрив запобігає водній та вітровій ерозії, стабілізує поверхню, зменшує пересихання і сприяє збереженню вологи. Крім того, на таких ділянках формується сприятливий мікроклімат, а під сонячними панелями знижується температура та уповільнюється випаровування води, що допомагає підтримувати вологість і життєдіяльність мікроорганізмів у ґрунті. Незважаючи на окремі екологічні

ризиками, за умови розумного проєктування та раціонального управління можуть мати позитивний вплив на стан ґрунтів і сприяти відновленню їхніх природних характеристик. Одним із головних екологічних переваг таких об'єктів є зменшення інтенсивності антропогенного навантаження. Після введення СЕС у дію землі зазвичай перестають оброблятися сільськогосподарською технікою - припиняється регулярна оранка, обприскування пестицидами та внесення мінеральних добрив. Це дає можливість ґрунтам поступово відновлювати біологічну активність, мікрофлору, структуру та вміст органічної речовини. Відсутність механічного обробітку сприяє стабілізації агрегатної будови, утриманню вологи й гумусу у верхньому шарі.

Озеленення території навколо сонячних панелей відіграє важливу роль у збереженні родючості та екологічної рівноваги ґрунтів. На таких площах часто висівають багаторічні трави або залишають природну рослинність, яка створює щільний дерновий покрив. Цей покрив захищає ґрунт від змиву та розвіювання, зменшує ризик водної й вітрової ерозії, підвищує здатність утримувати вологу, а також сприяє накопиченню органічної маси. Коренева система рослин укріплює поверхневі шари, запобігає утворенню ярів та промоїн, тоді як зелений покрив затримує пил і частки забруднювачів, очищуючи ґрунтове середовище.

Під поверхнею сонячних панелей формується специфічний мікроклімат із помірним затіненням, що сприяє зменшенню перегрівання ґрунту й уповільненню випаровування води. У посушливих регіонах це має особливо позитивне значення, оскільки дозволяє підтримувати необхідний рівень вологості, сприятливий для розвитку мікроорганізмів, черв'яків та інших ґрунтових організмів, які беруть участь у процесах відновлення гумусу. Завдяки цьому відбувається поступове покращення структури й родючості ґрунтів.

Важливою перевагою є також можливість розміщення сонячних електростанцій на деградованих, засолених або малопродуктивних землях. Це дозволяє не вилучати цінні сільськогосподарські площі з обігу, а натомість надавати нове екологічне призначення територіям, які втратили продуктивність.

З часом на таких ділянках відновлюється природний баланс, зменшується ризик ерозії та покращується гідрологічний режим.

Останніми роками активно впроваджується концепція агровольтаїки - поєднання сонячної енергетики з раціональним землекористуванням. На територіях між рядами панелей можна вирощувати кормові, медоносні або лікарські рослини, а подекуди - використовувати площі як пасовища для худоби. Це не лише зберігає біорізноманіття, а й забезпечує сталий розвиток екосистем, у яких ґрунт залишається родючим і стабільним.

## Висновок до розділу 2

У другому розділі магістерської кваліфікаційної роботи проаналізовано особливості впливу будівництва сонячних електростанцій на ґрунтовий покрив, з урахуванням природно-кліматичних, геоморфологічних та екологічних умов території села Катюжанка Вишгородського району Київської області. Визначено, що досліджувана територія належить до Поліської зони, характеризується рівнинним рельєфом, помірно-континентальним кліматом, легкими за гранулометричним складом ґрунтами та високим рівнем зволоження, що зумовлює як сприятливі, так і обмежувальні умови для розміщення об'єктів енергетичної інфраструктури. Описано основні типи земельних ділянок, залучених під будівництво СЕС, серед яких переважають землі промисловості та енергетики, резервного та запасного фонду, що дозволяє мінімізувати вилучення цінних сільськогосподарських угідь. Детально розглянуто екологічний вплив будівництва та експлуатації сонячних електростанцій на стан ґрунтів. Встановлено, що основними негативними наслідками можуть бути ущільнення, зняття родючого шару, зміна водного режиму, розвиток ерозійних процесів та локальне зниження біологічної активності.

Разом з тим зазначено, що за умови дотримання вимог екологічної безпеки, використання сучасних технологій і проведення рекультиваційних заходів вплив СЕС на ґрунтовий покрив є мінімальним і може навіть мати позитивний ефект у вигляді зменшення антропогенного навантаження та поступового відновлення структури ґрунту. У підсумку підкреслено, що грамотне планування території, правильне виконання будівельно-земляних робіт і подальше проведення ґрунтоохоронних заходів є запорукою екологічно збалансованого розвитку відновлюваної енергетики та збереження природного потенціалу земель.

## **РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ГРУНТООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПІД БУДІВНИЦТВО СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

### **3.1 Оцінка стану ґрунтів в межах об'єкту дослідження**

Об'єктом дослідження виступили шість земельних ділянок загальною площею 1,8055 га, розташованих у межах села Катюжанка Димерської селищної територіальної громади Вишгородського району Київської області, на яких заплановано будівництво об'єктів енергетичної інфраструктури, зокрема сонячної електростанції. Територія характеризується сприятливими природно-кліматичними умовами, наявністю технічних комунікацій і зручним транспортним сполученням, що створює оптимальні передумови для розміщення енергооб'єктів відновлюваної енергетики.

Відповідно до природно-сільськогосподарського районування України, земельний масив ТОВ «Катюжанська сонячна електростанція» загальною площею 1,8055 га сформований шляхом умовного об'єднання шести суміжних земельних ділянок, призначених для розміщення об'єктів енергетичної інфраструктури. Територія розташована в межах Поліської зони, у межах Правобережної Поліської провінції, у складі Центрально-Поліського округу та належить до Вишгородського природно-сільськогосподарського району.

Ділянки характеризуються типовими для Полісся природно-кліматичними умовами – рівнинним рельєфом, легкими за гранулометричним складом ґрунтами, наявністю лісових масивів і достатнім рівнем зволоження. За агрокліматичним районуванням Київської області територія належить до першого агрокліматичного району, який відзначається помірно теплим і помірно зволеним кліматом, сприятливим для більшості сільськогосподарських культур.



**Рис. 5. Елементи сонячної електростанції в межах об'єкту дослідження**

Земельна ділянка № 1 має площу 0,1009 га. Категорія земель – землі промисловості, транспорту, електронних комунікацій, енергетики, оборони та іншого призначення. Назва земельних угідь – 010.00 (землі, які використовуються для технічної інфраструктури). Цільове призначення – 14.01 Для розміщення, будівництва, експлуатації та обслуговування будівель і споруд об'єктів енергогенеруючих підприємств, установ і організацій.

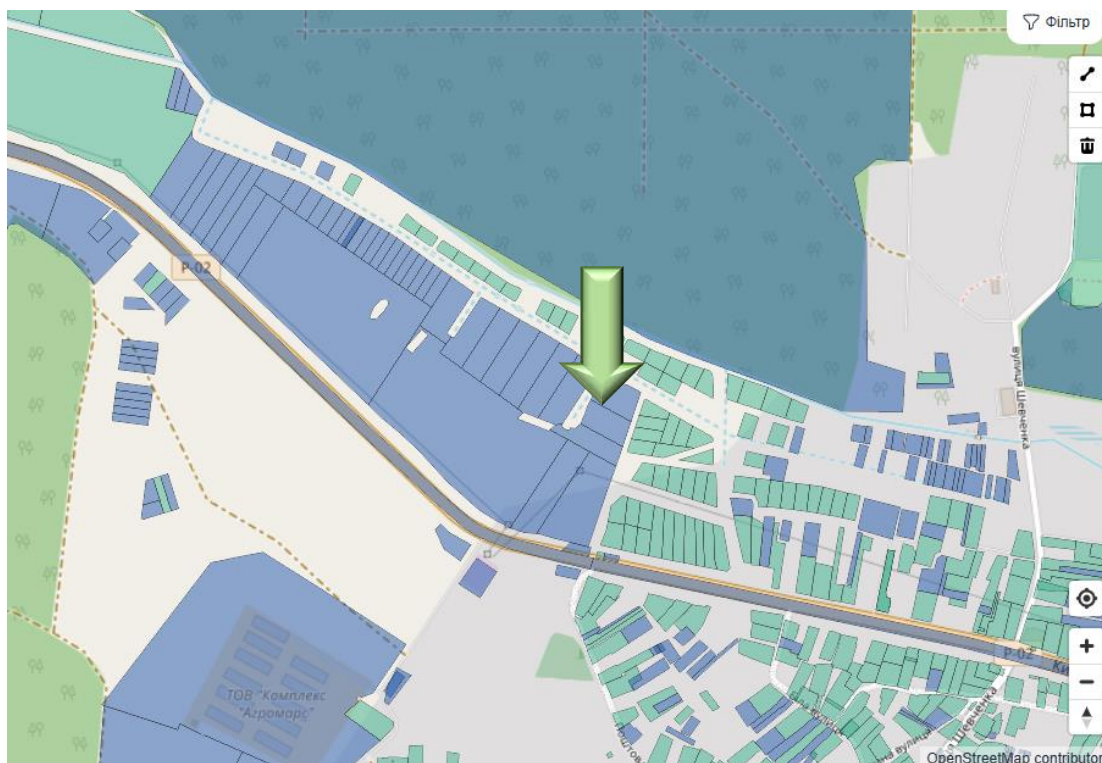
Земельна ділянка № 2 площею 0,2668 га, належить до тієї ж категорії земель промисловості та енергетики. Земельна ділянка відведена для розміщення об'єктів технічної інфраструктури, що забезпечуватимуть роботу СЕС, у тому числі під розміщення трансформаторних підстанцій і під'їзних шляхів.

Земельна ділянка № 3 площею 0,3936 га, віднесена до земель енергетики. Її використання передбачається для монтажу сонячних модулів та технічного обладнання, а також частково для прокладання комунікаційних мереж.

Земельна ділянка № 4 має площу 0,5208 га. Це найбільша за площею ділянка, що відіграватиме ключову роль у розміщенні основних конструкцій сонячної електростанції. Вона належить до земель промисловості та енергетики, призначених для експлуатації об'єктів енергогенеруючих підприємств.

Земельна ділянка № 5 площею 0,3394 га, має аналогічне функціональне призначення – для будівництва та обслуговування енергетичних споруд. На цій ділянці планується розміщення допоміжної інфраструктури, необхідної для стабільної роботи СЕС.

Земельна ділянка № 6 площею 0,1840 га, належить до земель енергетичного призначення з угіддями типу 010.00 (землі технічної інфраструктури). Вона буде використана для облаштування технічного майданчика та елементів інженерної мережі.



**Рис. 6. Схема розміщення земельної ділянки в межах села Катюжанка\***

\*за даними сайту: <https://kadastrova-karta.com/?google-maps=false>

Усі земельні ділянки мають єдину категорію – землі промисловості, транспорту, електронних комунікацій, енергетики, оборони та іншого призначення, що повністю відповідає вимогам чинного законодавства України щодо будівництва об'єктів енергетичної інфраструктури. Їх цільове призначення передбачає можливість розміщення, будівництва, експлуатації та обслуговування будівель і споруд енергогенеруючих підприємств, що відповідає сучасним напрямкам розвитку відновлюваної енергетики.



**Рис. 7 та рис. 8. Загальний вигляд земельних ділянок**

Кліматичні умови регіону в поєднанні з іншими чинниками ґрунтоутворення сприяли формуванню різноманітного ґрунтового покриву, серед якого переважають дерново-підзолисті, дернові, торфувато-болотні, торфово-болотні та торфові ґрунти. Для Київського Полісся характерна строкатість ґрунтів, що належать до кількох генетичних типів – дерново-підзолистих, опідзолених, лучних, дернових і болотних. Значну частину території займають дерново-підзолисті оглеєні ґрунти, які сформувалися на

давньоалювіальних і воднольодовикових відкладах, а також на моренах. Вони найчастіше зустрічаються у зниженнях Поліської низовини та на другій надзаплавній терасі Дніпра.

Гумусовий горизонт таких ґрунтів зазвичай має товщину близько 20-22 см, іноді варіює від 16 см у піщаних різновидах до 25 см у супіщаних. Колір поверхневого шару світло-сірий, що є типовим для слабо насичених органічною речовиною ґрунтів. Морфологічно профіль дерново-підзолистих оглеєних ґрунтів характеризується проявами оглеєння – наявністю сизуватих відтінків, вохристих плям і залізо-марганцевих конкрецій на різній глибині. У глеюватих ґрунтах ці ознаки спостерігаються у верхніх шарах, у глейових - у середніх горизонтах, а в сильно глейових - безпосередньо в гумусовому шарі. Внаслідок оглеєння збільшується щільність і в'язкість ґрунту, а також накопичуються сполуки заліза, марганцю та алюмінію, що можуть бути токсичними для рослин.

Хімічно ці ґрунти відзначаються високою кислотністю, мають низький вміст обмінних катіонів та слабке насичення основами. Гумусу в них небагато, однак його кількість дещо більша, ніж у типових підзолистих ґрунтах, оскільки мінералізація органічних решток тут відбувається повільніше через обмежений доступ кисню. Родючість дерново-підзолистих оглеєних ґрунтів можна охарактеризувати як помірну – вони краще забезпечені вологою, а в окремих місцях навіть надмірно зволожені.

За результатами польового обстеження земельного масиву площею 1,8055 га встановлено, що територія вкрита самосійною природною трав'янистою рослинністю. Деревний ярус представлений поодинокими екземплярами берези бородавчастої (*Betula verrucosa*), сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) і верби (*Salix caprea*), а місцями трапляються сіянці дикої груші (*Pyrus communis*). У трав'яному покриві переважають високорослі злаки та різнотрав'я, характерні для поліських умов. Рельєф ділянок загалом рівнинний, із незначним ухилом у напрямку до русла річки Здвиж, що забезпечує природний відтік поверхневих вод і зменшує ризик застою води.

### **3.2 Пропозиції щодо системи ґрунтоохоронних заходів на земельних ділянках для будівництва сонячної електростанції (на прикладі території села Катюжанка Димерської територіальної громади Вишгородського району Київської області)**

Для забезпечення збереження родючого шару ґрунту, попередження його деградації та мінімізації негативного впливу будівельних робіт під час спорудження сонячної електростанції на території села Катюжанка Вишгородського району передбачено реалізацію комплексу ґрунтоохоронних заходів. На початковому етапі будівництва необхідно провести підготовчі роботи, що включають зведення тимчасових допоміжних споруд, облаштування під'їзних шляхів, організацію систем електро- та водопостачання, а також створення виконробської дільниці, яка забезпечуватиме безпосереднє керівництво будівельними процесами. Земляні роботи повинні проводитися після завершення тендерних процедур і залучення спеціалізованих підрядників, які мають відповідний досвід і технічні можливості. Підбір машин та механізмів має здійснюватися з урахуванням обсягів робіт, типів ґрунтів і умов їх розробки, що дозволить забезпечити раціональне використання техніки та зменшити негативний вплив на природне середовище.

Під час виконання будівельно-земляних робіт необхідно суворо дотримуватися вимог нормативного документа ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві». Зокрема, потрібно забезпечити дотримання безпечних параметрів укосів котлованів і траншей відповідно до фізико-механічних властивостей ґрунту, облаштувати надійні кріплення стінок виїмок, встановити захисні огорожі, перехідні містки та сходи для безпечного спуску працівників. Також важливим є правильне розміщення будівельної техніки з урахуванням безпечних зон роботи та недопущення надмірного навантаження на схили. Для забезпечення стійкості укосів у періоди сезонних змін вологості і щільності ґрунтів потрібно передбачити додаткові стабілізаційні заходи.

Особливу увагу слід приділити запобіганню ерозійним процесам і розмиванню поверхні землі. До початку земляних робіт необхідно організувати ефективну систему відведення поверхневих і підземних вод, що дозволить уникнути підтоплення, розмивання та зсувів ґрунтів. Територія будівельного майданчика має бути очищена від каміння, коренів, деревини, сміття та інших перешкод. У місцях можливого відшарування ґрунту потрібно виконати укріплення схилів або поверхневих шарів, щоб запобігти осипанню. Під час розробки котлованів необхідно вести постійний моніторинг стану укосів і схилів, контролюючи їхню стійкість. Забороняється проведення робіт, що створюють надмірні вібраційні навантаження, такі як забивання палів або вибухові операції, поблизу нестійких ділянок. Вийнятий ґрунт потрібно складувати на безпечній відстані від краю виїмки, щоб уникнути обвалення стінок.

У складних гідрогеологічних умовах, коли спостерігаються водонасичені або слабо зв'язні ґрунти, доцільно застосовувати шпунтові огорожі для запобігання деформаціям і зсувам. У випадку сильноводонасичених пливунних ґрунтів може бути використаний метод штучного заморожування, який тимчасово підвищує міцність порід і дозволяє безпечно проводити земляні роботи. Водночас необхідно передбачити захист таких зон від дії атмосферних опадів і сонячного випромінювання, щоб уникнути передчасного розтавання та втрати стійкості.

Одним із ключових завдань є збереження родючого шару ґрунту, який є важливим екологічним ресурсом. Верхній гумусовий шар повинен бути знятий акуратно, транспортуватися та складуватися у спеціально відведених місцях з дотриманням умов, що запобігають пересиханню, надмірному ущільненню або розмиванню. У подальшому цей шар використовується для рекультивації порушених територій, облаштування зелених насаджень і відновлення природного ландшафту навколо сонячної електростанції. Реалізація комплексу вищезазначених ґрунтоохоронних заходів забезпечить екологічну збалансованість процесу будівництва, зменшить ризики деградації та ерозії

ґрунтів, сприятиме збереженню їх родючості та дозволить гармонійно інтегрувати енергетичний об'єкт у навколишнє природне середовище.

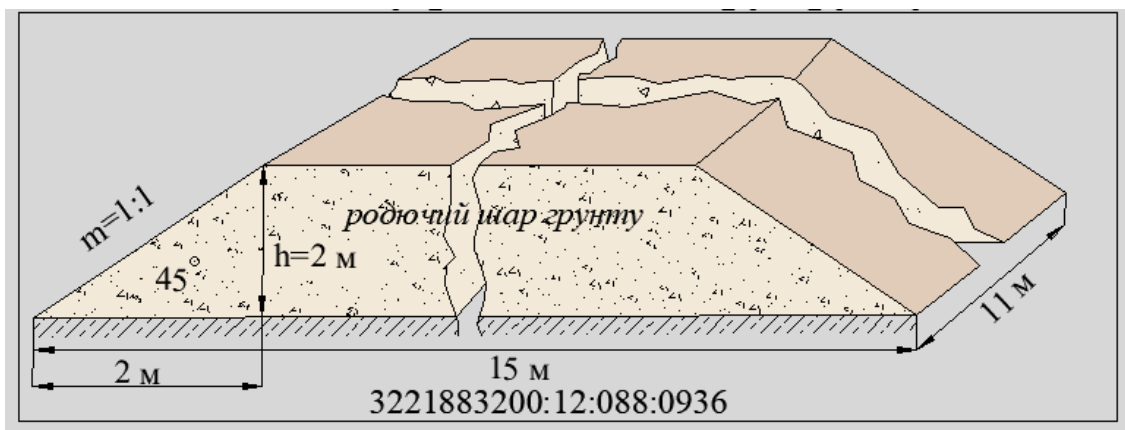
Зняття верхнього найбільш родючого шару ґрунту на глибину 0,10 м буде здійснюватися дизель – бульдозером з навантаженням на автомобілі-самоскиди (одиначні без причепів).

При формуванні тимчасового відвалу використовується дизель – бульдозер. Розміри тимчасового відвалу складають: довжина 15 м, ширина 11 м, висота 2 м, площа поверхні 0,0165 га.

Для забезпечення тимчасового відвалу родючого шару ґрунту від дії денудаційних процесів (змиву, видування, вивітрювання тощо) здійснюється висівання вручну на його поверхні насіння багаторічних трав вагою 1,2 кг.

При знятті верхнього, найбільш родючого шару ґрунту недопустиме його змішування разом з нижче залягаючими не родючими ґрунтами і мінеральними породами.

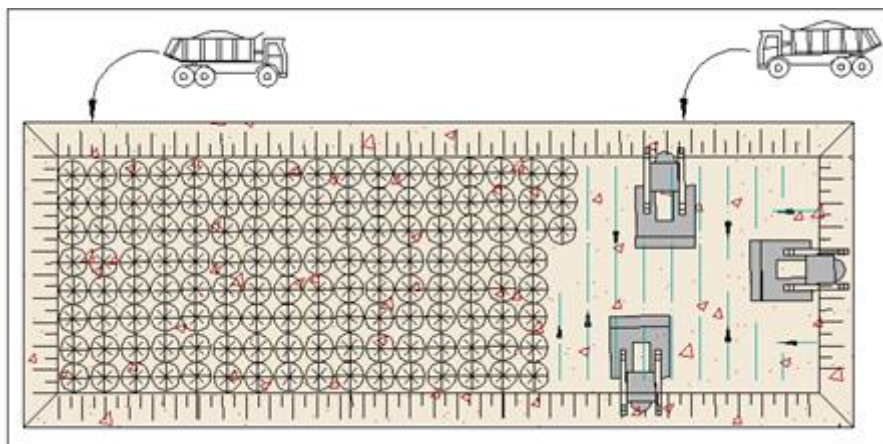
Схема поперечного перерізу тимчасового відвалу наведена на рис. 9.



**Рис. 9. Схема поперечного перерізу тимчасового відвалу**

Перед формуванням тимчасового відвалу верхнього, найбільш родючого шару ґрунту територію попередньо очищають від сміття та нерівностей, після чого здійснюють її вирівнювання за допомогою бульдозера. Комплекс робіт зі створення тимчасового відвалу родючого шару включає розподіл ґрунту по площі, формування основного масиву відвалу, облаштування під'їзних шляхів, заїздів і з'їздів, а також планування укосів і гребеневої частини. Технологічна

послідовність складування родючого шару ґрунту у тимчасовий відвал подана на рис. 10.



**Рис. 10. Технологічна схема складування верхнього, найбільш родючого шару ґрунту в тимчасовий відвал**

Після завершення основних етапів будівництва на території сонячної електростанції передбачається виконання комплексу рекультиваційних робіт, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, усунення наслідків техногенного впливу та підтримання екологічної рівноваги земель. Основною метою таких заходів є повернення ґрунтам їх природних властивостей, підвищення родючості, стабілізація поверхні та забезпечення безпечного подальшого використання ділянки.

Першочергово проводиться планування території, яке передбачає вирівнювання поверхні, усунення локальних нерівностей, ущільнень і техногенних нашарувань, що утворилися внаслідок роботи важкої будівельної техніки. Це дає змогу налагодити природний стік атмосферних опадів, запобігти утворенню застоїв води й ерозійних процесів. Особливу увагу приділяють місцям біля фундаментів та опор, де найчастіше спостерігається ущільнення ґрунту.

Наступним етапом є нанесення родючого шару ґрунту, який був тимчасово знятий і збережений під час будівництва. Його загальний обсяг становить 267 м<sup>3</sup> (приблизно 360 тонн). Згідно з проектом, цей ґрунт буде використаний методом «точкового нанесення» у межах території станції - на ділянках благоустрою,

уздовж шляхів пересування техніки та у місцях, де в процесі робіт відбулося ущільнення або пошкодження ґрунту, особливо за високої вологості. Такий метод дає змогу ефективно використовувати збережений гумусовий шар і забезпечує поступове відновлення природної структури та родючості земель.

Після цього здійснюються заходи біологічної рекультивації. Зокрема, проводиться підсів трав'яних сумішей, притаманних Полісся, що сприяє формуванню стійкого дернового покриву, зміцненню структури верхнього шару ґрунту та запобігає проявам водної й вітрової ерозії. Уздовж меж території можуть висаджуватися низькорослі кущі або декоративні рослини для покращення ландшафтного вигляду та зменшення пилового навантаження.

Під час рекультиваційного періоду проводиться моніторинг фізико-хімічного стану ґрунтів - контролюється рівень вологості, кислотність, вміст гумусу й основних поживних елементів. У разі необхідності передбачене внесення вапна або органо-мінеральних добрив для нормалізації показників родючості.

Реалізація всього комплексу передбачених заходів забезпечить відновлення структури й родючості ґрунтів до стану, максимально наближеного до природного. Це дозволить мінімізувати наслідки техногенного впливу під час будівництва, сприятиме довготривалій екологічній стабільності території та збереже природний потенціал земель села Катюжанка Димерської територіальної громади Вишгородського району Київської області.

### **3.3 Розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів**

Аналіз підсумкової відомості ресурсів та локального кошторису дозволяє комплексно оцінити економічну ефективність заходів, спрямованих на зняття, перенесення, збереження та використання родючого шару ґрунту на території будівництва сонячної електростанції ТОВ «Катюжанська сонячна електростанція». Загальна кошторисна вартість робіт становить 271,81 тис. грн, до якої входять витрати на оплату праці, експлуатацію машин і механізмів, матеріали, паливно-мастильні ресурси та загальновиробничі витрати.

Кошторисна трудомісткість робіт оцінюється на рівні 1462,84 люд-год, що свідчить про значну частку ручної праці, пов'язаної з процесами переміщення, розрівнювання та планування ґрунтових мас, а також виконанням рекультиваційних робіт.

Структурний аналіз витрат показує, що найбільшу частку становлять матеріальні ресурси, зокрема будівельні матеріали, вироби та комплекти, на які припадає понад 40% загальної вартості проєкту. Серед них основними є вода (39,54 тис. грн) та суміш насіння газонних трав (76,14 тис. грн), що безпосередньо використовуються під час рекультиваційних і благоустроювальних робіт. Витрати на оплату праці робітників становлять 89,14 тис. грн, що свідчить про залучення значної кількості працівників різних кваліфікаційних рівнів. Важливим елементом витрат є експлуатація машин і механізмів, серед яких основну роль відіграють бульдозери, екскаватори та автомобілі-самоскиди. Саме ці механізми забезпечують виконання найбільш трудомістких і енергозатратних операцій, пов'язаних зі зняттям, переміщенням і повторним укладанням родючого шару ґрунту. Сумарна вартість експлуатації техніки становить понад 25,6 тис. грн, що відображає раціональне використання машинного часу та оптимізацію транспортно-технологічних процесів.

Порівняльний аналіз двох основних етапів робіт свідчить про суттєву різницю у вартості та структурі витрат. Перший етап, який охоплює зняття, перевезення та тимчасове зберігання родючого шару, має вартість 7,4 тис. грн. Це відносно невелика сума, яка пояснюється короткотривалістю робіт, мінімальним обсягом використання матеріалів і незначними затратами на експлуатацію техніки. Натомість другий етап, присвячений використанню родючого шару на ділянках благоустрою, є значно витратнішим - його вартість становить 217,05 тис. грн. Така різниця обумовлена більшим обсягом механізованих операцій, залученням екскаваторів, бульдозерів, а також необхідністю проведення посівних робіт, вирівнювання поверхні, ущільнення ґрунту та формування елементів ландшафту. Крім того, до складу цього етапу

входять витрати на насіння, воду та допоміжні матеріали, що використовуються для озеленення території та стабілізації ґрунтового покриву.

Загалом результати кошторисного аналізу свідчать, що запропоновані заходи є економічно ефективними та екологічно доцільними. Попри відносно значні фінансові витрати, проєкт забезпечує збереження родючого шару ґрунту, запобігає його деградації та сприяє відновленню природного ландшафту після завершення будівельних робіт. Раціональне використання знятого ґрунту для благоустрою територій дозволяє уникнути додаткових витрат на закупівлю родючого матеріалу, що є прикладом економії ресурсів та впровадження принципів замкнутого циклу використання природних ресурсів. У свою чергу, використання сучасної техніки забезпечує високу продуктивність праці, скорочення тривалості робіт і зменшення собівартості окремих технологічних операцій.

Економічна ефективність заходів також підтверджується оптимальним співвідношенням між трудовими та матеріальними ресурсами. Витрати на оплату праці не перевищують раціональних меж, а застосування механізованих засобів сприяє зменшенню питомої трудомісткості процесів. Урахування загальновиробничих витрат та заробітної плати в їх складі свідчить про повноту та достовірність кошторисних розрахунків. Отримані показники доводять, що реалізація даного комплексу робіт дозволяє досягти високого рівня економічної обґрунтованості при забезпеченні екологічної безпеки території. Потужність сонячної електростанції становитиме 1 МВт, що є типовим показником для локальних об'єктів малої генерації. За середніх кліматичних умов Київської області така станція здатна забезпечити річне виробництво електроенергії на рівні 1,1–1,2 млн кВт·год.

Враховуючи середню вартість реалізації електроенергії за «зеленим» тарифом (з урахуванням сучасних умов енергетичного ринку України) у межах 0,10–0,12 євро за 1 кВт·год, що еквівалентно приблизно 4,5 - 5,5 грн, орієнтовний річний дохід від продажу електроенергії може становити від 5 до 6 млн грн.

Отримані показники свідчать про високий рівень економічної доцільності реалізації проєкту, адже навіть за помірних експлуатаційних витрат і поточних тарифів строк окупності становить близько 5-7 років. У подальшому електростанція забезпечуватиме стабільний прибуток протягом усього терміну експлуатації (20-25 років), що робить її економічно вигідним і екологічно безпечним інвестиційним об'єктом. При правильному управлінні, використанні сучасних сонячних панелей і дотриманні вимог до експлуатації, такий об'єкт може приносити щорічний чистий прибуток у межах 3-4 млн грн після періоду окупності.

Незважаючи на значні витрати, проєкт має стратегічну цінність, адже спрямований на збереження родючості земель, запобігання їх ерозії та деградації, а також на відновлення природного ландшафту після будівництва. Отже, здійснення робіт із зняття, збереження та повторного використання родючого шару ґрунту не лише відповідає вимогам природоохоронного законодавства, а й формує передумови для сталого розвитку території, ефективного використання земельних ресурсів і підвищення загальної економічної результативності будівництва об'єкта. З екологічної точки зору, також сприятимуть покращенню стану довкілля, запобігають змиву та ущільненню ґрунтів, сприяють відновленню рослинного покриву й стабілізації мікрокліматичних умов. Вони відповідають вимогам чинного природоохоронного законодавства України та принципам сталого розвитку.

### Висновок до розділу 3

У третьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи здійснено практичне обґрунтування системи ґрунтоохоронних заходів для земельних ділянок, відведених під будівництво сонячної електростанції у межах села Катюжанка Димерської територіальної громади. Проведено оцінку стану ґрунтів території дослідження, визначено основні проблеми, пов'язані з можливим порушенням родючості, ущільненням, зміною структури та водного режиму у процесі будівельно-монтажних робіт. На основі аналізу природних умов розроблено комплекс заходів, спрямованих на запобігання деградації ґрунтового покриву, збереження родючого шару та стабілізацію екологічного стану території. До таких заходів належать зняття, транспортування і тимчасове зберігання родючого шару ґрунту, планування поверхні, рекультивація порушених ділянок, укріплення схилів, створення захисних зелених насаджень і облаштування дренажної системи. Реалізація цих дій забезпечить відновлення структури та властивостей ґрунту до стану, максимально наближеного до природного, що сприятиме довготривалій стабільності земельних ресурсів. У розділі також виконано економічне обґрунтування запропонованих заходів, проведено розрахунок їх кошторисної вартості, трудомісткості робіт та ефективності впровадження. Встановлено, що реалізація запропонованої системи є економічно доцільною, оскільки передбачені дії сприяють зменшенню екологічних ризиків, забезпечують раціональне використання земель і формують екологічно безпечне середовище для розвитку відновлюваної енергетики. Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що впровадження системи ґрунтоохоронних заходів на території будівництва сонячної електростанції є не лише екологічно виправданим, а й економічно вигідним кроком, який забезпечує збереження природного потенціалу земель, підвищує стійкість екосистем і підтримує сталий розвиток регіону.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Обґрунтування системи ґрунтоохоронних заходів на земельних ділянках для будівництва сонячної електростанції (на прикладі території села Катюжанка Димерської територіальної громади Вишгородського району Київської області)» здійснено комплексне науково-практичне дослідження, спрямоване на визначення ефективних підходів до збереження родючості ґрунтів під час реалізації інфраструктурних проєктів у сфері відновлюваної енергетики.

Проведений аналіз показав, що розвиток сонячної енергетики є стратегічним напрямом енергетичної політики України, адже частка відновлюваних джерел енергії в загальному енергобалансі країни у 2024 році становила близько 10,8 %, з яких понад 7 % припадало саме на сонячну енергетику. Водночас будівництво таких об'єктів супроводжується локальним впливом на ґрунтовий покрив, що потребує ретельного наукового обґрунтування системи захисних заходів. Дослідження підтвердило, що дотримання ґрунтоохоронних заходів є ключовою умовою екологічної безпеки при розміщенні промислових сонячних електростанцій. У ході аналізу було встановлено, що без належного зняття та повторного використання родючого шару ґрунту рівень його втрат може досягати 20–25 %, що в подальшому призводить до зниження продуктивності земель та потреби у проведенні додаткових рекультиваційних робіт. Натомість правильна організація технологічного процесу дає змогу скоротити втрати гумусу до 3–5 %, забезпечивши відновлення родючості у короткі терміни після завершення будівництва.

Визначено сутність ґрунтоохоронних заходів та їх роль у забезпеченні екологічної стійкості земельних ресурсів. Уточнено, що в Україні щороку деградує понад 500 тисяч гектарів орних земель, із яких близько 40% піддаються різним формам ерозії. Встановлено, що основними чинниками погіршення стану ґрунтів при будівництві енергетичних об'єктів є механічне ущільнення технікою, порушення водного режиму, знищення рослинного покриву та зміна структури

гумусового горизонту. У роботі проаналізовано вимоги законодавства - Земельного кодексу України, Закону «Про охорону земель» та підзаконних актів, що регламентують порядок зняття, транспортування, тимчасового зберігання та повторного використання родючого шару ґрунту. Наведено приклади міжнародного досвіду (Німеччина, Данія, Швеція), де подібні проєкти здійснюються з обов'язковою рекультивацією земель і моніторингом якості ґрунтів. Особливу увагу в дослідженні приділено аналізу антропогенних навантажень на ґрунтовий покрив під час будівництва сонячної електростанції. Встановлено, що найбільший вплив на структуру ґрунтів мають процеси ущільнення, що проявляються при використанні будівельної техніки вагою понад 10 тонн. У результаті знижується пористість ґрунту на 12–15%, зменшується водопроникність та аерація, що негативно позначається на біологічній активності. Для компенсації таких наслідків рекомендовано впровадження аераційного розпушування верхнього шару після завершення будівельних робіт і висівання багаторічних трав, здатних відновити структуру та біоту ґрунту.

Проведено характеристику природно-кліматичних умов території дослідження. Визначено, що середньорічна кількість опадів у селі Катюжанка становить близько 610 мм, середньорічна температура повітря - +7,8 °С, а середній рівень родючості ґрунтів (за вмістом гумусу) сягає 2,4 -2,8%. Проведено аналіз структури ґрунтового покриву, який переважно представлений дерново-підзолистими та сірими лісовими ґрунтами середнього механічного складу. На підставі геодезичних і агрохімічних даних визначено ділянки з підвищеною схильністю до ерозії (до 7% площі) та зони можливого підтоплення, що враховано при розробці рекомендацій. Запропонована методика оцінювання стану ґрунтів передбачає використання сучасних ГІС-технологій і супутникових даних для моніторингу просторових змін під час будівельних робіт.

Розроблено комплекс практичних ґрунтоохоронних заходів, адаптованих до природних умов території. Передбачено поетапне зняття родючого шару товщиною 25-30 см з подальшим складуванням у тимчасових буртах висотою не

більше 1,5 м, щоб уникнути анаеробних процесів. Рекомендовано облаштування захисних смуг із багаторічних трав шириною 3-5 м по периметру об'єкта для зменшення швидкості поверхневого стоку. У складі рекультиваційних робіт передбачено вирівнювання мікрорельєфу та повернення родючого шару на площу близько 4,2 га після завершення будівництва. Проведені економічні розрахунки показали, що реалізація запропонованої системи заходів вартістю 182,4 тис. грн забезпечує економічний ефект у вигляді зменшення потенційних збитків від деградації ґрунтів, який оцінюється на рівні 235,6 тис. грн.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблена система може бути застосована під час будівництва інших об'єктів відновлюваної енергетики в Київській області та на територіях із подібними ґрунтово-кліматичними умовами. Запропоновані методичні рекомендації можуть використовуватися у діяльності землевпорядних, проєктних та екологічних організацій, а також при розробці регіональних програм з охорони земель.

Підсумовуючи проведені дослідження, можна зробити висновок, що формування системи ґрунтоохоронних заходів при будівництві сонячних електростанцій є важливим кроком до реалізації концепції сталого розвитку в Україні. Застосування науково обґрунтованих технологій, дотримання екологічних вимог і впровадження економічно ефективних рішень дають змогу одночасно зберегти природний потенціал земель, підвищити екологічну безпеку територій та сприяти розвитку «зеленої» енергетики. Реалізація запропонованої системи заходів у межах території села Катюжанка дозволить мінімізувати негативний антропогенний вплив, забезпечити збереження родючого шару ґрунту на рівні не нижче 95 % від початкового показника, а також створити умови для подальшого екологічно збалансованого використання земельних ресурсів. Таким чином, робота має не лише теоретичне, а й значне практичне значення, спрямоване на підтримку екологічної рівноваги, раціонального природокористування та сталого розвитку територій України.

Економічна ефективність визначається шляхом порівняння витрат на реалізацію заходів із вигодами, які забезпечуються їхнім впровадженням.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Огляд відновлюваної енергетики в Україні URL: <https://saee.gov.ua/> (дата звернення: 29.01.2025)
2. Категорії земель : Стаття 19, Земельний Кодекс України № 3563-IX від 06.02.2024 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення: 29.01.2025)
3. Вплив альтернативних джерел енергії на навколишнє середовище. Державна екологічна інспекція України URL: <https://dei.gov.ua> (дата звернення: 29.01.2025).
4. Дорош, Й., Купріяничик, І., Бутенко, Є., & Дорош, О. (2024). Ukrainian agriculture in times of war: analysis of support programmes, 84-85.
5. Аналітичний звіт: Відновлювальна енергетика в Україні URL: <https://www.bdo.ua/uk-ua/insights-2/information-materials/2023/analytical-report-on-the-ukrainian-renewable-energy-sector> (дата звернення: 30.01.2025)
6. «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» : Закон України від 15.07.2021 № 1657-IX URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2480-17#Text> (дата звернення: 30.01.2025)
7. Поняття охорони земель : стаття 162, Земельний Кодекс України № 3404-IV від 08.02.2006 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>
8. Національна програма охорони земель в Україні URL : <https://mepr.gov.ua/news/36205.html> (дата звернення: 01.02.2025).
9. U.S. Department of Energy. (2024). Енергетична політика URL: (дата звернення: 01.02.2025).
10. Bloomberg New Energy Finance. Міжнародні інвестиції в відновлювану енергетику URL: <https://www.bnef.com> (дата звернення: 01.02.2024).

11. СЕС: Переваги та недоліки сонячних електростанцій URL: <https://www.ecotech.ua/ses-perevagy-ta-nedoliky-sonyachnyh-elektrostantsij/> (дата звернення: 01.02.2024).

12. Інститут відновлюваної енергетики. Відновлювальна енергетика та енергоефективність у XXI столітті URL: [https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Tezy\\_2024.pdf](https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Tezy_2024.pdf) (дата звернення: 14.02.2024).

13. Ministry of Energy of Ukraine. Energy Strategy URL: <https://mev.gov.ua/en/reforma/energy-strategy> (дата звернення: 14.02.2024).

14. Перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні. Український журнал будівництва та архітектури URL: <http://uajcea.pgasa.dp.ua/article/view/278561/273228> (дата звернення: 14.02.2025).

15. Механізм регулювання земельних відносин у сфері енергетики. Офіційний сайт Міністерства енергетики України URL: <https://mepr.gov.ua> (дата звернення: 14.02.2025).

16. Закон України «Про енергетику» URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/575-14> (дата звернення: 13.03.2025).

17. Швець В.І. Ґрунтоохоронні заходи в системі сталого землекористування – Київ: НАУ, 2018.

18. Проблеми та перспективи розвитку альтернативних джерел енергії в Україні URL : <https://science.iea.gov.ua/> (дата звернення 15.03.2025)

19. Скорук О.П. Альтернативна енергетика України : перспектива розвитку URL: [https://eapk.com.ua/web/uploads/pdf/Vol.%2019,%20No.%209,%202012\\_apk-28-32.pdf](https://eapk.com.ua/web/uploads/pdf/Vol.%2019,%20No.%209,%202012_apk-28-32.pdf) (дата звернення 15.03.2025)

20. Гурченко О.М. Ерозія ґрунтів і заходи боротьби з нею. - Київ, 2016.

21. Коваленко О.В. Екологічні аспекти розміщення сонячних електростанцій на сільськогосподарських землях. - Науковий вісник НУБіП, 2022.

22. Пурчак Л.М. Рекультивация деградованих земель. - Львів, 2015.

23. Keesstra, S. et al. Soil-related sustainable development goals: Four steps to understand and integrate soils in SDGs. - *Global Change Biology*, 2016.
24. Формування земельних ділянок для потреб альтернативної енергетики: монографія : Монографія / А.Г. Мартин та ін. Київ : ДП Компрінт, 2021. 120-121.
25. Гончаренко О.О. Застосування ГІС і дистанційного зондування для моніторингу деградації ґрунтів і планування ґрунтоохоронних заходів. *Геодезія і картографія*, 2018.
26. Сучасний стан енергетики URL: <https://golaw.ua/ua/insights/energy-alert/suchasnij-stan-ukrayinskoji-energetiki> (дата звернення 26.03.2025)
27. Степаненко Л.В. Кадастрові та правові аспекти використання земель під СЕС. *Земельне право*, 2021.
28. Які ділянки землі використовуються під будівництво СЕС. *Eds-development*. URL: <https://eds-development.com/yaki-dilyanki-zemli-vikoristovujutsya-pid-budivnictvo-ses/> (дата звернення: 27.04.2025).
29. Ходаківська О. В. Природно-ресурсний потенціал сільських територій у контексті забезпечення їх сталого розвитку. *Сталий розвиток економіки*. 2012. 160-163.
30. Сучасна сонячна енергетика та перспективи розвитку технологій в Україні. *Одеська національна наукова бібліотека*. Офіційний веб-сайт. URL: [https://odnb.odessa.ua/view\\_post.php?id=4131](https://odnb.odessa.ua/view_post.php?id=4131) (дата звернення: 27.04.2025).
31. Булигін, С. Ю., Вітвіцький, С. В., & Величко, В. А. (2018). Охорона ґрунтів. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/bitstreams/afa924b9-9bab-422e-8922-aa1a851161a3/download> (дата звернення: 29.04.2025)
32. Шевченко, О. В., & Мартин, А. Г. (2016). Економічна ефективність ґрунтоохоронних заходів при використанні земель сільськогосподарського призначення. К.: ЦП «Компрінт», 2016 URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/bitstreams/c118fd0b-5533-4e25-b671-7eb0fa633f9f/download> (дата звернення: 29.04.2025)

33. Гоцуляк, Є. В. (2019). Законодавчо-методичні та організаційні проблеми відведення земельних ділянок для розміщення, будівництва, експлуатації та обслуговування будівель і споруд об'єктів передачі електричної та теплової енергії: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» URL: [http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2989/1/193\\_\\_\\_Hotsuliak.pdf](http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2989/1/193___Hotsuliak.pdf) (дата звернення: 29.04.2025)

34. Башинська, Ю. І., Федірко, Б. О., Бегень, О. Р., Григоренко, О. В., Кухарик, В. В., & Почтарук, І. С. Регулювання екологічної безпеки транскордонного регіону в умовах євроінтеграції України (наукова доповідь)/[ВС Кравців, ПВ Жук URL. <http://ird.gov.ua/irdp/p20150502.pdf> (дата звернення: 5.05.2025)

## **ДОДАДКИ**

