

СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА РОБОТА

На тему:

**ОЦІНЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЯК
ПРИРОДО-РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТЕРИТОРІЙ**

Вступ

Природно-ресурсний потенціал - важливий фактор розміщення продуктивних сил, який включає природні ресурси і природні умови. До основних компонентів природно-ресурсного потенціалу відносять: географічне положення, кліматичні умови, особливості рельєфу та розміщення ресурсного потенціалу.

Існують різні підходи щодо оцінки природних факторів. Проте, найголовнішим має бути відображення взаємозв'язку між природою і людиною. В окремих працях вітчизняних вчених описано підходи щодо розміщення сонячних електростанцій [12, 13, 14] проте оцінку території за таким фактором як кількість сонячної енергії можливо оцінювати і з інших позицій.

Специфіка урахування результатів поелементних і покомпонентних оцінок природи, отриманих різними науками полягає у пошуку узагальнювальних синтетичних результатів, що дають загальну картину, та з метою виявлення компонентів та елементів природи, які визначають можливості розвитку і природної своєрідності території з визначенням залежності видів і напрямів [суспільного розвитку](#) в залежності від певних властивостей природи.

Велике значення, особливо у природничих науках, має комплексний підхід, що реалізується в оціночних роботах на комплексній основі. Також при оцінці варто враховувати функції природних комплексів з утворення середовища, в іншому випадку їх [раціональне використання](#) унеможлиблюється. В той час як під раціональністю природокористування розуміють поєднання економічної, соціальної і екологічної ефективності.

У представленій науковій роботі ми пропонуємо розглянути потенціал сонячної енергії як природо ресурсний потенціал території як для сільськогосподарського виробництва, цілей сонячної енергетики та в цілому для планомірного розвитку територіальних громад.

Головним енергетичним процесом в ландшафтній сфері Землі є поширення променевої енергії Сонця. При вивченні ландшафтних комплексів, плануванні і проектуванні заходів з їхньої оптимізації (меліорація, рекультивация, охорона) та ефективного використання доволі важливим фактором виступає оцінка енергетичних параметрів природно-територіальних комплексів. Поняття про енергетику застосовується в геофізиці ландшафту і полягає в оцінюванні і аналізі енергії в процесі функціонування природно-територіальних комплексів. Сонячна радіація визначає функціонування

ландшафтного комплексу, біопродуктивність, напрямок та інтенсивність переміщення речовини і енергії.

Пряме сонячне випромінювання – це первинне джерело енергії, яке запускає більшість фізичних і біологічних процесів на поверхні і в атмосфері Землі. Знання про інсоляцію в межах досліджуваної території є ключем для розуміння широкого діапазону природних процесів і діяльності людини.

Надходження променевої енергії здійснюється головним чином з *сумарною радіацією*, яка складається з *прямої*, *розсіяної* та *відбитої* компонент (рис.1). Співвідношення цих видів радіації обумовлене географічним положенням, характером рельєфу, фізичними властивостями об'єктів і оптичними властивостями атмосфери. Точний облік енергії, що досягає конкретних місцеположень можливий тільки при врахуванні топографічної ситуації (рис.1а).



Рис.1. Сонячне опромінення має такі компоненти: пряму, розсіяну та відбиту радіації

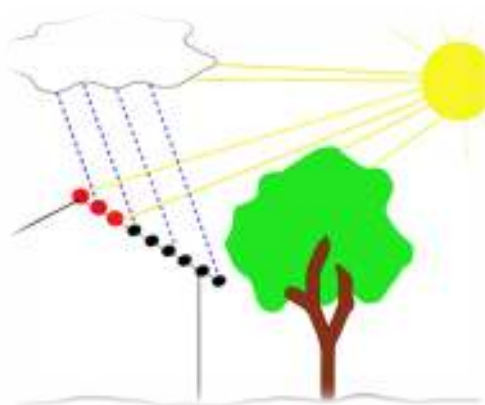


Рис.1а. Вплив топографічних умов на поширення сонячного випромінювання

Пряме сонячне випромінення (інсоляція) змінюється по мірі переміщення через атмосферу; далі змінюється через топографію земної поверхні і через відбивні властивості об'єктів. Пряме випромінення безперешкодно переміщується по прямій лінії від Сонця. Випромінення розсіюється в атмосфері через наявність в ній молекул води та пилу. Відбите випромінення відбивається від об'єктів поверхні. Сума прямого, розсіяного і відбитого випромінення називається загальним або глобальним сонячним випроміненням.

Регіональні і локальні особливості радіаційного режиму геосистем визначаються такими основними факторами: географічним положенням, яке визначає кут падіння сонячних променів, режимом хмарності і циркуляції атмосферних мас, запиленістю атмосфери, експозицією схилів (елементами мезорельєфу), відбивною здатністю поверхонь земного покриву, теплоємністю літогенної основи. Ландшафтна ситуація є коригуючими даними до кількості сонячного випромінення, що надходить на верхню межу атмосфери в конкретній точці Землі у визначену пору року.

Сонячно-енергетичний потенціал визначається за показником сумарної сонячної радіації, що дорівнює [1]:

$$S = D + I \sin \gamma, \quad (1)$$

де S – сумарна сонячна радіація,

D – розсіяна радіація,

I – пряма радіація,

γ - висота Сонця над обрієм.

Для вирішення деяких задач геліоенергетики часто використовуються показники тривалості сонячного опромінення та хмарності. Для характеристики режиму хмарності використовують ймовірність похмурого та ясного неба. При цьому приймається небо похмурим, якщо кількість хмар перевищує 8 балів, і ясным, якщо кількість хмар не перевищує 2 балів.

В середньорічному вимірі, в залежності від кліматичних умов і географічної широти місцевості, добовий потік сонячного випромінення на земну поверхню складає від 100 до 250 Вт/м², досягаючи пікових значень в полудень при ясному небі, практично в будь-якому (незалежно від широти) місці, біля 1 000 Вт/м².

Приклад оцінки інтенсивності добової сумарної сонячної радіації в м. Київ приведено на рис.2.

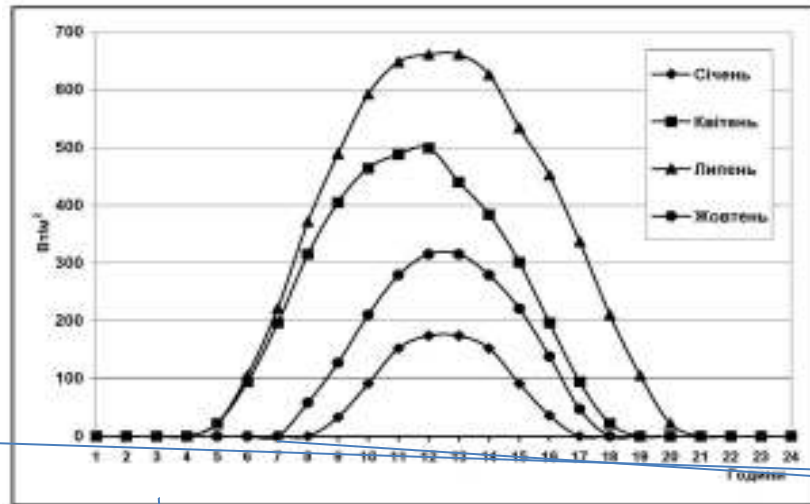


Рис.2. Інтенсивність добової сумарної сонячної радіації в м. Київ

1. Методи вивчення ресурсів сонячної енергетики

Програмні інструменти для обчислення сонячної радіації входять до багатьох інструментальних геоінформаційних систем (ГІС), які можуть використовувати дослідники та працівники місцевого самоврядування для обчислення карт сонячної радіації. Діяльність таких інформаційних систем будується на основі **карт сонячної радіації**. Такі карти є основним джерелом даних для оцінки потенціалу як ділянок так і окремих локацій, наприклад конкретної будівлі для установки сонячних панелей на вибрану частину даху. Крім того, в інформаційну систему подається топографічна

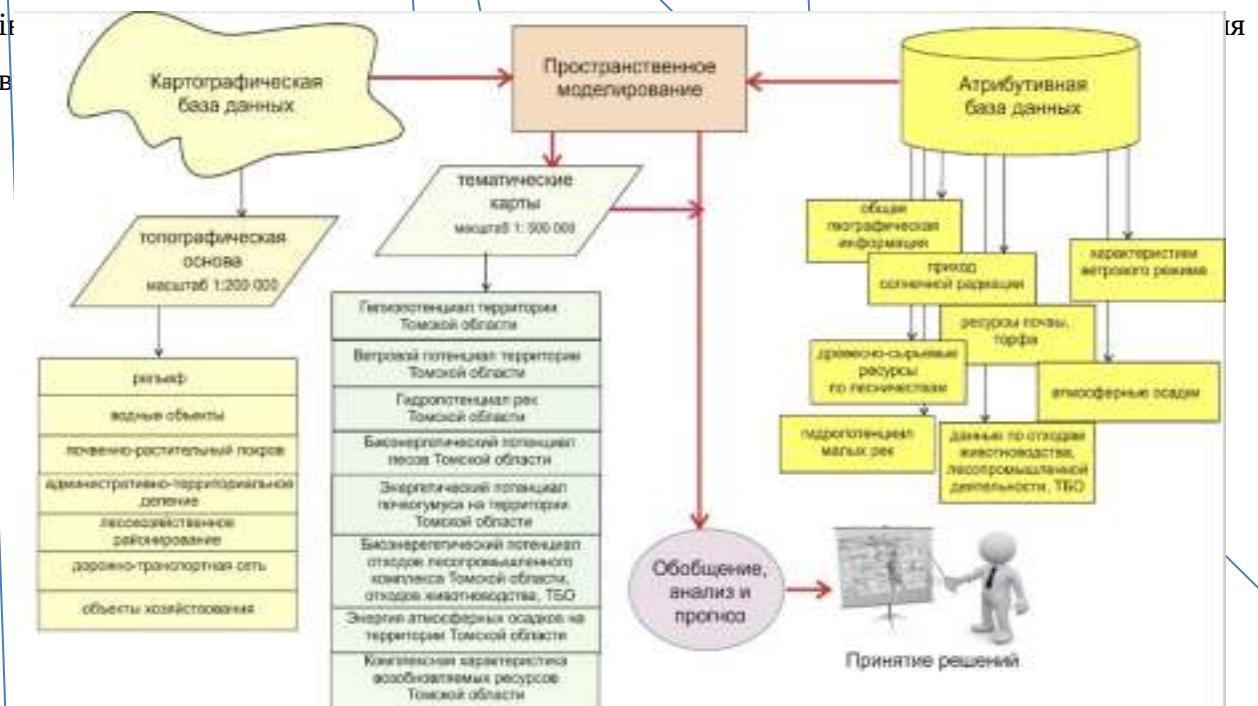


Рис. 3. Структура ГІС для вивчення відновлювальної енергетики в регіоні.

Продуктивність пристроїв для утилізації променистої енергії, наприклад сонячних батарей є головним питанням при виконанні інвестиційних досліджень в галузі відновлюваної енергетики. Кількість електроенергії, яка буде вироблена з допомогою сонячного модуля, залежить від багатьох факторів, і не в останню чергу - від географічного місцезположення сонячної електростанції. При інших рівних умовах кількість продукуваної електроенергії буде пропорційною кількості енергії сонячного випромінення, досягаючого поверхні Землі в конкретній точці розміщення електростанції. Основою для розрахунків має також бути знання траєкторії руху світила (рис.5) для конкретного часу і місцезположення на поверхні Землі та орієнтування досліджуваної поверхні відносно Сонця [2].

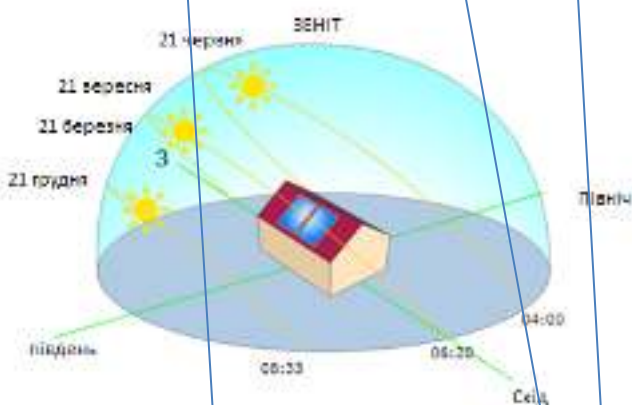


Рис.4. Траєкторія руху Сонця – основа дослідження сонячної інсоляції

Сонячна енергія – це екологічно стійкий, постійний і фактично невичерпний ресурс для виробництва електроенергії з використанням фотоелектричних (PV) систем — сонячних електростанцій. Фотоелектрична географічна інформаційна система (PVGIS) Інституту енергетики і транспорту (IET) Об'єднаного дослідницького інституту (JRS) при Європейській комісії (ЕС) розробила базу даних про сонячне випромінення - основному вхідному параметрі для планування. Їхня модель оцінює три складові сонячного випромінення - пряме, диффузне і відбите при чистому небі і для реальних умов глобальної освітленості на горизонтальних або нахилених поверхнях [<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>].

Результатом геоінформаційного моделювання є періодична публікація постерів і карт сонячного електричного потенціалу, які доступні для використання широкими

верствами користувачів. Інформація, опублікована в інформаційній системі PVGIS, достатньо детальна. Нижче представлена візуалізація найбільш актуальних даних по сонячному потенціалу для України і країн Європи. Приведена інформація – усереднений результат багаторічних досліджень і спостережень. Ця інформація була оновлена 21 вересня 2012 року і дає достатньо точний результат при проектних розрахунках для тривалої експлуатації об'єкта сонячної генерації. На картах, представлених нижче, показано розподіл глобального сонячного опромінення і сонячний електричний потенціал на території України при виконанні наступних умов:

- Орієнтація сонячних модулів строго на південь.
- Оптимальний кут нахилу відносно поверхні Землі (для забезпечення максимально перпендикулярного падіння сонячних променів на поверхню сонячної батареї).

На даній карті представлено розподіл сумарної річної кількості сонячного випромінювання і сонячного електричного потенціалу для країн Європи. Дані приведені при орієнтуванні сонячних модулів на південь і оптимальному куту їх нахилу по відношенню до поверхні Землі.

Деякі інші оцінки сонячного потенціалу України подаються на ресурсі <http://solargis.info>. Цей сайт подає більш деталізовану інформацію, але на комерційній основі відразу в форматі ГІС.

Аналіз приведених на сайті [<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>] карт та метеорологічних довідкових матеріалів показує, що Україна володіє значним потенціалом річної кількості сонячного випромінювання, особливо в південних та центральних областях. Деяко гірша ситуація в західній частині країни. Теплий період року є найбільш сприятливим для використання енергії сонячної радіації, бо мінливість сумарної та прямої радіації по території порівняно мала: різниця між ними для північних і південних районів становить всього 3 — 8%. В той же час для середніх умов хмарності така різниця дорівнює 15 — 30%, остання є наслідком впливу *хмарності*, кількість якої влітку в південних районах значно менша, ніж в північних. Залежність місячних та добових величин сумарної радіації від географічної широти має місце протягом усього року. Найбільш ясно вона проявляється взимку: в січні на півдні України сумарна радіація на 60% більша, ніж на півночі. В липні це збільшення не досягає і 3%. Залежність сумарної радіації від широти пояснюється перш за все такою ж залежністю місячних величин прямої радіації. Місячні величини розсіяної радіації в межах України від широти практично не залежать.

Взимку та восени показники сумарної радіації розподіляються в широтному напрямку. Це свідчить про те, що в цей період року головними факторами, які визначають

розподіл сумарної радіації, висота Сонця та тривалість дня. Прозорість атмосфери в цей час теж змінюється через відміни в атмосферній циркуляції й через статистичні показники проходження атмосферних фронтів, циклонів та антициклонів.

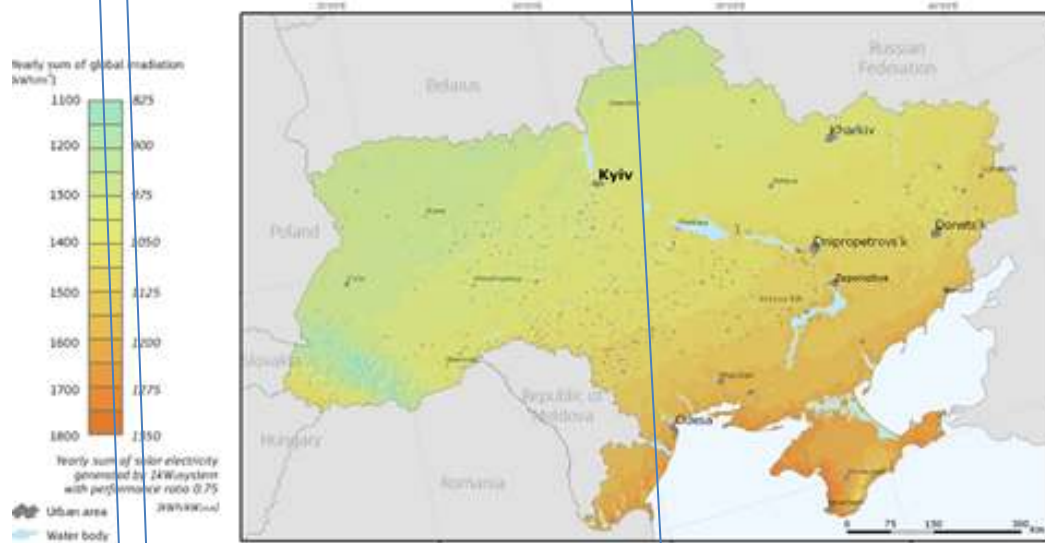


Рис.5. Річна сонячна інсоляція території України

Величина сумарної радіації визначається також альбедо (відбивна здатність) підстилаючої поверхні. На схилах зміни сумарної сонячної радіації є найбільш відчутними через вплив експозиції і кута нахилу. Зрозуміло, що геліоустановки можуть орієнтуватись у просторі безвідносно до кута нахилу і експозиції схилу. Однак, від цих показників залежить довжина світового дня (доречно зазначити, що улітку він довший на схилах північних румбів), отже, тривалість сонячного освітлення, а від закритості горизонту схилами – надходження розсіяної радіації, бо яскравість неба за різними румбами суттєво різниться. На крутих схилах, а також у забудованій частині населених пунктів суттєвим є рівень відбитої радіації від схилів і будівель, що може у півтора рази збільшувати надходження сонячних променів безпосередньо на поверхню у даній точці .

2.Обґрунтування доцільності дослідження впровадження сонячної енергетики як комплексу природо ресурсного потенціалу територій

Науковий аналіз і синтез природно-ресурсного потенціалу як основи природно-господарського розвитку передбачають широке використання величезних об'ємів статистичної, відомчої, картографічної інформації про якісні і кількісні натуральні і вартісні параметри ресурсів. Сучасний рівень наукового вирішення проблеми базується на розробці геоінформаційних систем. Автоматичний банк даних економіко-географічного

дослідження природно-ресурсного потенціалу є основою геоінформаційних систем природокористування.

Інформаційна система складається з баз даних і програм обробки, які забезпечують підтримку, поновлення, пошук, обробку і документування даних про природно-ресурсний потенціал території.

Для створення якісного інформаційного поля банк даних повинен базуватися на органічному поєднанні галузевого і територіального підходів до створення геоінформаційних систем природокористування, що визначається насамперед цільовою функцією, спрямованістю на вирішення економіко-географічних проблем вивчення, раціонального використання, природних ресурсів. Такий банк даних дає змогу охопити три основні рівні територіального узагальнення інформації: локальний, регіональний, субрегіональний.

Сучасні автоматичні бази даних, які навіть у межах адміністративного району акумулюють десятки тисяч показників про природно-ресурсний потенціал у наш час перебувають у початковій стадії розробки, їх створення у багатьох моментах потребує відповідного науково-методичного забезпечення і застосування сучасних технологій. Адже мова йде про вирішення проблеми упорядкування, класифікації і кодування вихідної інформації, складання формуляра вихідних показників оцінки, обґрунтування понятійно-термінологічної бази, алгоритмізацію і програмування завдань економіко-географічного дослідження природно-ресурсного потенціалу.

Інтерес до проектів з відновлюваної енергетики неухильно росте у всьому світі, вони ставлять багато технологічних і технічних задач, а також виявляють проблеми оцінки можливості і ефективності використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Суттєво цей інтерес підтримується значним здешевленням пристроїв для утилізації променевої сонячної енергії – сонячних колекторів і сонячних батарей.



Рис 6. Динаміка вартості сонячно енергетичних модулів (USD/Watt)

Здешевлення обладнання, масове поширення виробництва ефективних сонячних панелей та розробка методик їхнього встановлення і застосування призвело до суттєвого і постійного здешевлення генерованої електроенергії. Так, прогноз зміни собівартості сонячної електроенергії в Європі показано на рисунку нижче.

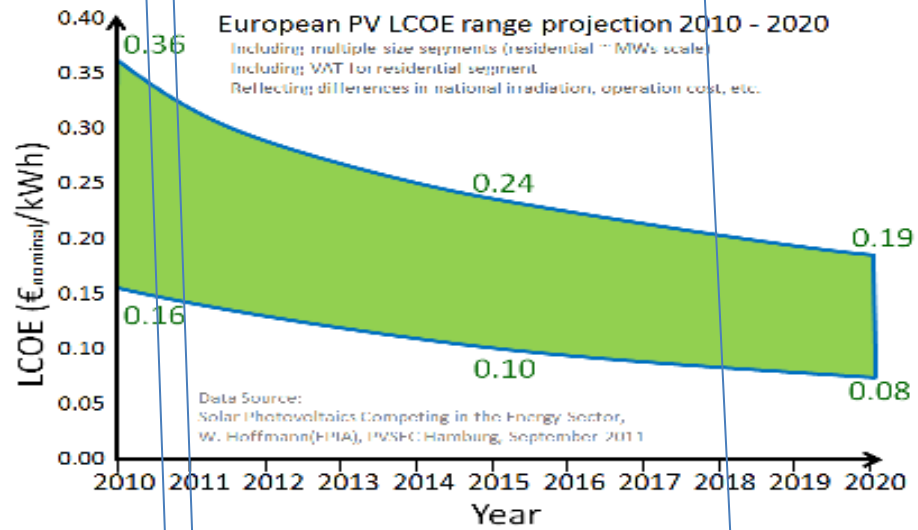


Рис. 7. Динаміка собівартості електроенергії, продукованої сонячними електростанціями в Європі (без врахування вартості земельних ресурсів)



Рис.8. Усереднені значення річного балансу сонячної енергії, приведені до адміністративних меж областей України



Рис. 9. Районування території України за перспективністю розвитку сонячної енергетики

Проте сонячні електричні станції (СЕС) є достатньо землемісткими. Пітома землемісткість СЕС змінюється від 0,001 до 0,006 га/кВт з найбільш вірогідними значеннями 0,003-0,004 га/кВт, до того ж у приведених показниках землемісткості не враховуються вилучення земель на стадіях видобутку та обробки сировини. Це менше, ніж для ГЕС, проте більше ніж для ТЕС і АЕС [5].

Перша в Західній Україні сонячна електростанція запрацювала у грудні 2012 року на території приміського села [Ралівка Самбірського району](#) на Львівщині. Тоді було запуснено першу чергу потужністю 1.1 МВт, а 2013 року запуснено другу чергу. Загальна потужність станції тепер становить 3,1 МВт. Вона складається з 3888 сонячних елементів. Побудована сонячна електростанція завдяки ТзОВ «Еко-Оптіма» спільно з чеськими інвесторами. Площа, зайнята станцією 22га. Станція матиме 10 тисяч сонячних панелей. Річне виробництво електроенергії — 8,82 млн кВт-год. [7,8]

Отже як бачимо територію можна оцінити з різних позицій в контексті оцінки природо-ресурсного потенціалу. Зокрема для створення сонячних електростанцій. Проте не лише будівництво електростанцій може бути розцінене як природо ресурсний потенціал

але й сама кількість забезпечення території сонячною енергією можна оцінити як природо-ресурсний потенціал.

Для прикладу південні і східні регіони нашої країни порівняно мають кращі показники забезпечення сонячною радіацією а ніж у західному. Це розкриває перспективи впровадження геліотермальних систем - комплексів з утилізації променевої сонячної енергії за допомогою трансформації її в теплову енергію для подальшого використання в побутових і промислових цілях, таких як опалення, гаряче водопостачання та інших.

Банк даних становить основу інформаційних системи природно-ресурсного потенціалу території, яка дає змогу збирати, нагромаджувати, зберігати, обробляти, аналізувати і видавати інформацію. І в цьому аспекті геоінформаційні системи несуть в собі надзвичайно велику кількість інформації, яка безсумніву є корисною для визначення оцінки земель

На ефективність утилізації сонячної енергії найперше впливають природні фактори, такі як погодно-кліматичні умови. Основними географічними параметрами, які визначають ефективність утилізації сонячної енергії є кути просторового орієнтування, кут нахилу площини пристрою, умови затінення сторонніми предметами.

На нашу думку детальне моделювання рівня інсоляції в точці місцевості з врахуванням положення майданчика є важливим елементом як в оцінці природо-ресурсного потенціалу так і для монтування сонячних панелей зокрема.

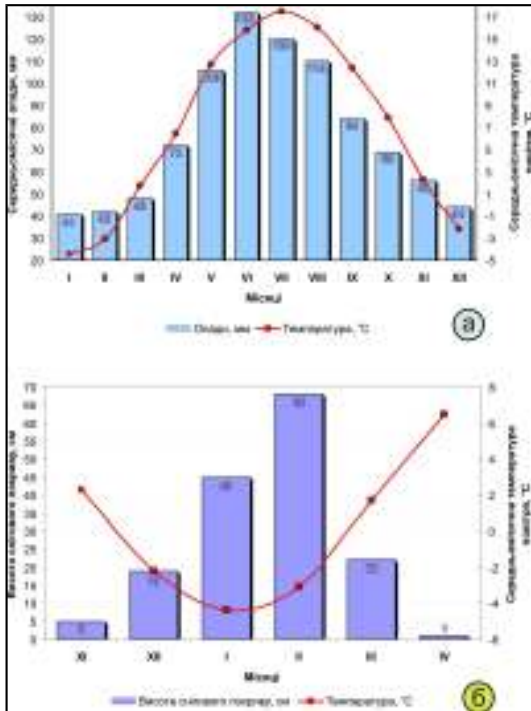
Дане дослідження ми проводимо на території села Козьова, Сколівського району, Львівської області для визначення продуктивності типової дахової міні-електростанції номінальною потужністю в 4КВ, яка встановлюється на південному схилі даху помешкання. Основною метою дослідження є визначення помісячної кількості сонячної радіації, що потраплятиме при вказаних умовах на один квадратний метир даху, а також дослідження ,ефективності та продуктивності сонячної електростанції в день.

3. Оцінювання потенціалу сонячної енергетики типової дахової міні-електростанції номінальною потужність 4КВ для точки в с. Козьова , Сколівського району

3.1 Короткий фізико-географічний опис території дослідження.

Козьова - село Сколівського району Львівської області. Козьова міститься в межах Карпатських Бескидів на межі Національного парку «Сколівські Бескиди».





Клімат. помірно-континентальний, середньорічна температура повітря — +7°C (липень +17,5 +16°C, січень -4,5, -6°C). Середня тривалість зими — 4—4,5 місяця. Середньорічний рівень опадів 924 мм. Максимальна кількість опадів припадає на середину літа..

Ландшафт. За геоморфологічним районуванням, с.Козьова розташована в моноклінально - бриловому

низкогір'ї — Сколівських Бескидах , у межах Сколівської улоговини. Чарівне село з усіх боків оточене горами. Усі гори вкриті буково - смерековим лісом. Частина цього гірського масиву належить до Національного парку «Сколівські Бескиди». Абсолютні висоти Сколівської улоговини — 432—438 м над рівнем моря..

Водні ресурси. Через село протікає р. Орява, яка впадає у р. Опір (Дністровського басейну).

Ґрунти. В геологічній будові Сколівської улоговини представлені відклади крейдової, палеогенової, неогенової і четвертинної систем. Утворення крейдової системи представлені відкладами стрийської світи (K₂st). Це, як правило, трьохкомпонентний фліш (пісковик-алевроліт-аргіліт), часто в нижній частині циклу Боума зустрічаються крупнозерністі поліміктові гравеліти. В святославському кар'єрі (присілок Скольного) розробляються саме міцні пісковики стрийської світи як будівельна сировина (щєбінь, бутовий камінь). Тут є репрезентаційні відслонення типових флішових відкладів верхньострийської підсвіти. Азимути падіння порід південно-західні, кути падіння змінюються від 30 до 55°. В тектонічному плані дані відклади належать до скиби Парашки. Фронтальний насув скиби Парашки закартовано за 50 м південніше автомобільного мосту через залізницю, на південній околиці міста. Палеоген-неогенові відклади — ямненською, бистрицькою, вигодською, манявською і менілітовою світами, неогенові — верхньою частиною менілітової світи. Крейдові і палеогенові утворення складають карпатську флішеву формацію.!

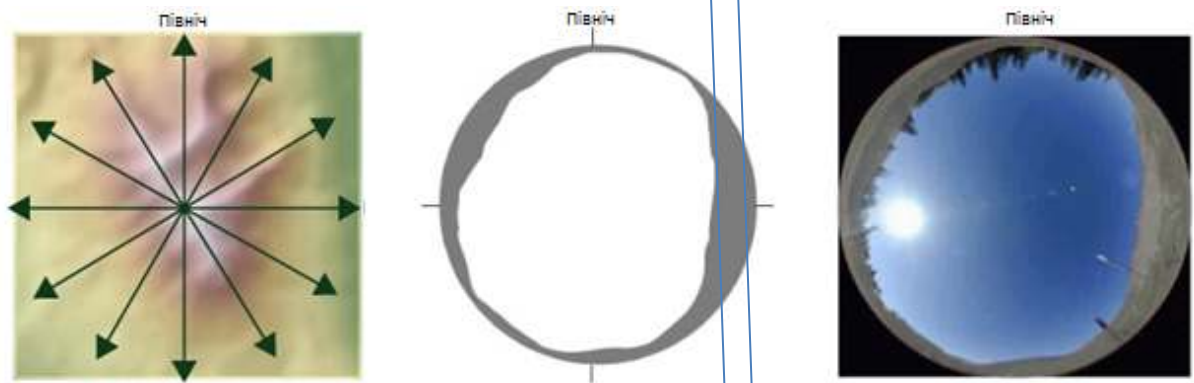
Рослинність. На території села представлена унікальна рослинність, а саме: волошка глуха, кропива, грицики, деревій, звіробій, конюшина лучна, кульбаба, материнка, мати-й-мачуха, м'ята, первоцвіт, підбіл, пирій, подорожник, ромашка, спориш, фіалка, хвощ, череда. Рослини, що перебувають під охороною: Конвалія, дев'ясил, центаврія, купина, дзвоники карпатські, півонія вузьколиста, сон великий, нарцис вузьколистий, ці види рослинного світу несуть наукову, естетичну і рекреаційну цінність.

3.2. Побудова карти сонячного освітлення

Для врахування впливу на випромінення рельєфу і наявних на поверхні об'єктів таких як рослини, будівлі тощо, необхідно створити карту направленої вгору напівсферичної видимості для кожного місцеположення цифрової моделі рельєфу (ЦМР). Такі карти схожі з направленими вгору напівсферичними знімками, отриманими камерами з об'єктивом типу «риб'яче око», які показують весь небосхил. Площа видимого повітряного простору відіграє важливу роль в інсоляції вказаної точки місцевості. На рисунку зображена направлений вгору напівсферичний знімок, який забезпечує зображення видимого повітряного простору та оточуючої топографії і об'єктів місцевості.

Видимість розраховується шляхом пошуку перешкод в заданих напрямках довкола вказаної точки і визначення максимального кута перевищення перешкоди над горизонтом і азимута (горизонтального кута) на перешкоду. Для всіх інших напрямків, що не вказані наперед, горизонтальні кути інтерполюються. Горизонтальні кути потім конвертуються в напівсферичну систему координат, таким чином представляючи тримірну напівсферу напрямків як двомірне растрове зображення. Кожній комірці растра видимості (рядок і стовпець) відповідають кут зеніта θ (кут від напрямку вгору) і кут азимута α (кут від півночі) на напівсфері напрямків.

На рисунку показано підхід до розрахунку видимості для однієї комірки ЦМР. Горизонтальні кути відраховують вздовж заданих напрямків і використовуються для створення напівсферичного представлення неба. Результуюча видимість показує, чи є видимими напрямки повітряного простору (білі), чи вони закриті перешкодами (сірі). Видимість показана накладанням на напівсферичний знімок неба.



P

ис.10. Горизонтальні напрямки, результуюча видимість і видимість, накладена на вид неба

Пряме сонячне випромінення, отримане з кожного напрямку простору, розраховується з використанням карти сонячного освітлення в тій же напівсферичній проекції, що і видимість. Карта сонячного освітлення – це растрове представлення траєкторії Сонця або видиме положення сонця при його зміні протягом доби і з плином днів. Це схоже на те, як ви дивитесь вверх і спостерігаєте, як положення Сонця змінюється на небі протягом певного періоду часу. Карта сонячного освітлення складається з дискретних секторів сонячного освітлення, визначуваних положенням джерела освітлення в певні інтервали протягом дня (години) і пори року (дні або місяці). Трек сонця розраховується на основі широти досліджуваної області і конфігурації часу, які визначають сектори карти сонячного освітлення. Для кожного сектора карти сонячного освітлення задається унікальне значення, наряду з зенітом центроїда і кутом азимута. Сонячне випромінення, отримане з кожного сектора, розраховується окремо, і видимість накладається на карту сонячного освітлення для обчислення прямого випромінення.

На наступному рисунку карта сонячного освітлення для 45° Півн.Широти розраховується від часу зимового сонцестояння (21 грудня) до літнього сонцестояння (21 червня). Кожен сектор джерела освітлення (кольорове віконце) представляє положення джерела освітлення з допомогою інтервалів 1/2 години протягом дня і місячних інтервалів протягом року. Слід зауважити, що зображення знаходиться в тій же напівсферичній проекції, що й видимість, направлена вверх. Положення джерела освітлення представлено по мірі переміщення в просторі протягом дня чи пори року.

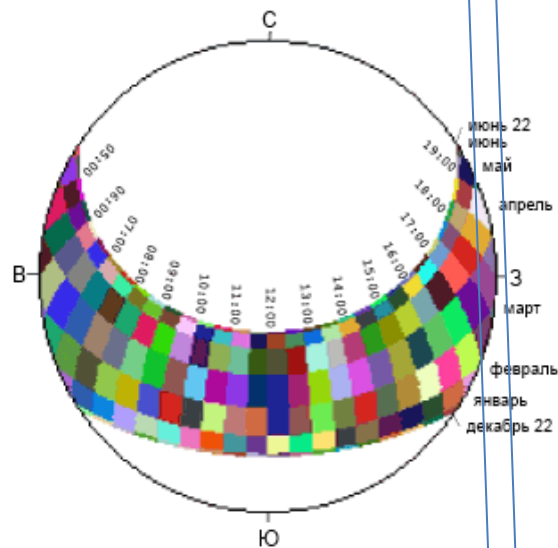


Рис.11. Карта сонячного освітлення

Розсіяне випромінення, отримане з усіх напрямків простору є результатом розсіювання від частинок складових атмосфери (хмари, пил і т.д.). Щоб розрахувати розсіяне випромінення для певного місцеположення, створюється карта неба напівсферичного виду, розділеного на ряд секторів неба, визначених кутами зеніта і азимута. Кожному сектору присвоюється унікальний ідентифікатор. Розсіяне випромінення розраховується для кожного сектора повітряного простору на основі напрямку (зеніт і азимут). На рисунку нижче карта неба з секторами неба, визначеними за 8 діапазонами зеніту і 16 діапазонами азимута. Кожен колір представляє певний сектор або частину неба, з якого надходить розсіяне випромінення.

В процесі обчислення інсоляції, растр видимості накладається на растри карт сонячного освітлення і неба для обчислення розсіяного або прямого випромінення, отриманого з кожного напрямку повітряного простору. Доля видимої області неба в кожному секторі розраховується шляхом ділення кількості комірок що не зустрічають перешкод, на загальну кількість комірок кожного сектора. Приймається допуск для частково обмежені сектори неба.

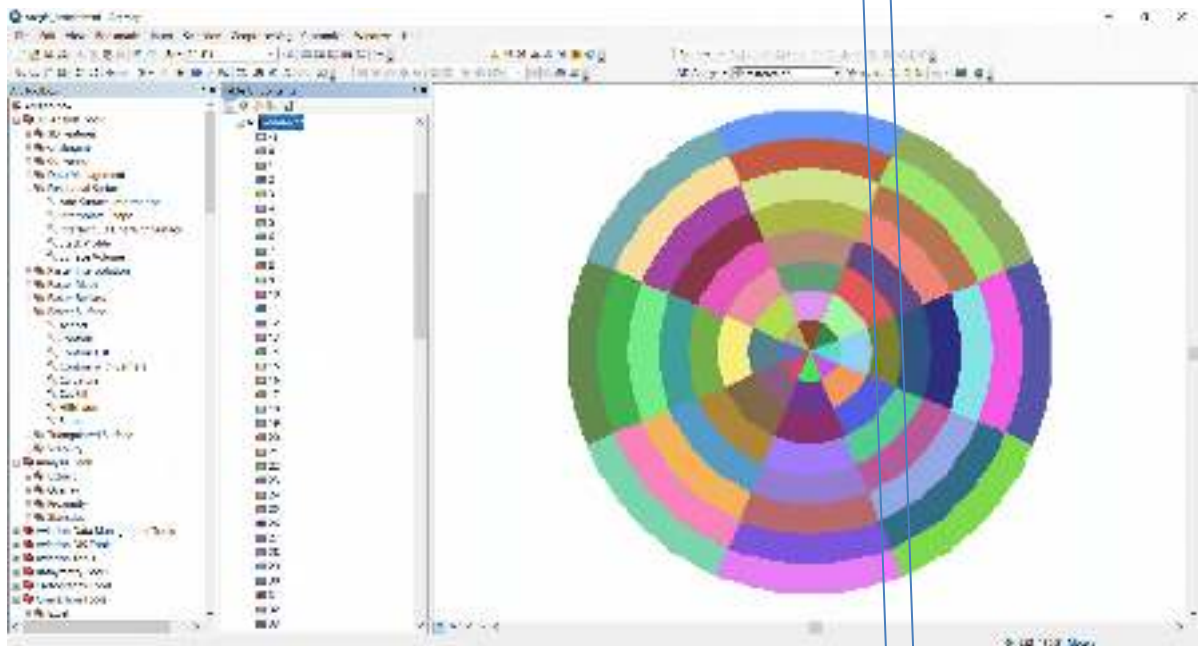


Рис.12. Карта неба у заданій точці

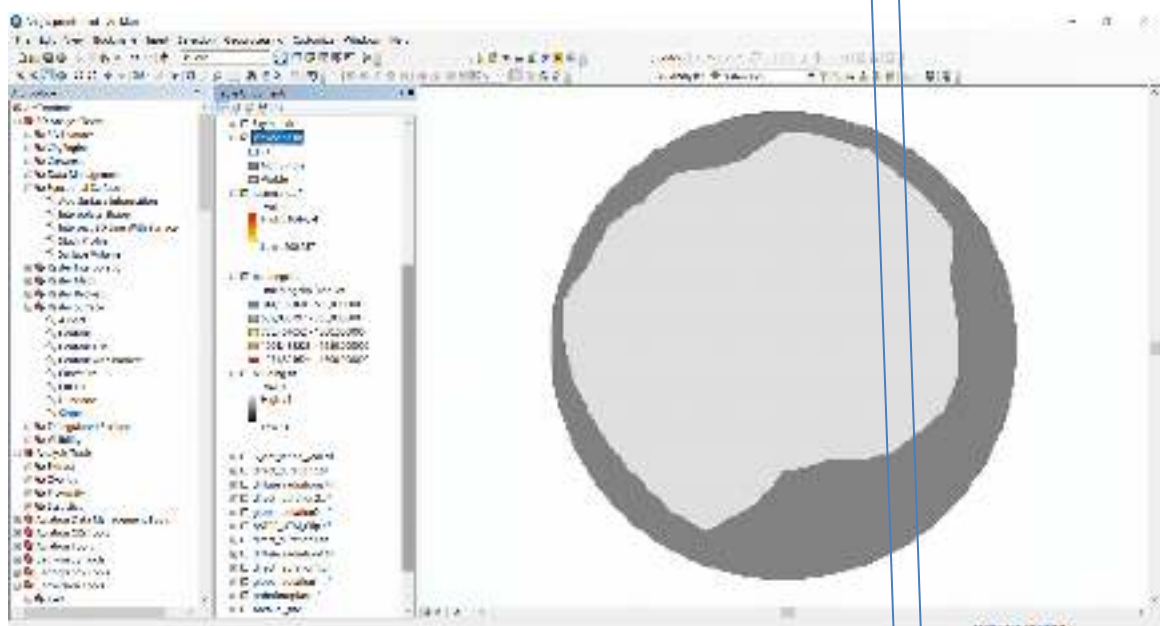


Рис.13 Карта видимості заданій точці

На наступному рисунку показано накладання видимості на картах сонячного освітлення і неба. Сірий представляє напрямки повітряного простору з перешкодами. Сонячне випромінення розраховується шляхом підсумовування прямої і розсіяної інсоляції, отриманих з напрямків повітряного простору в яких є перешкоди.

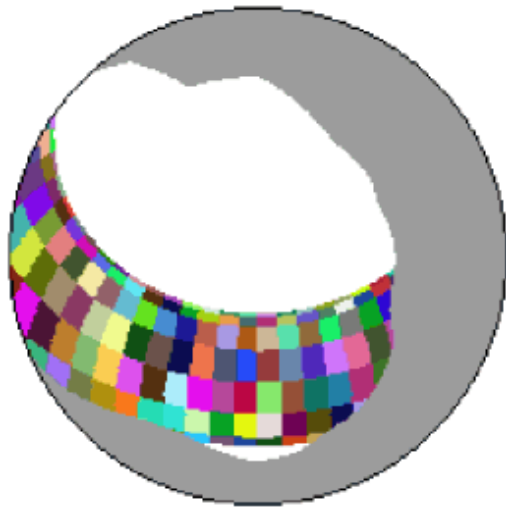


Рис.14. Накладання видимості з сонячним освітленням

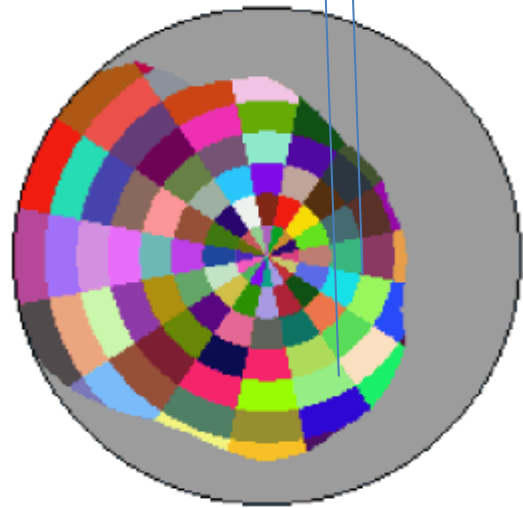


Рис.15. Накладання карти видимості з картою неба

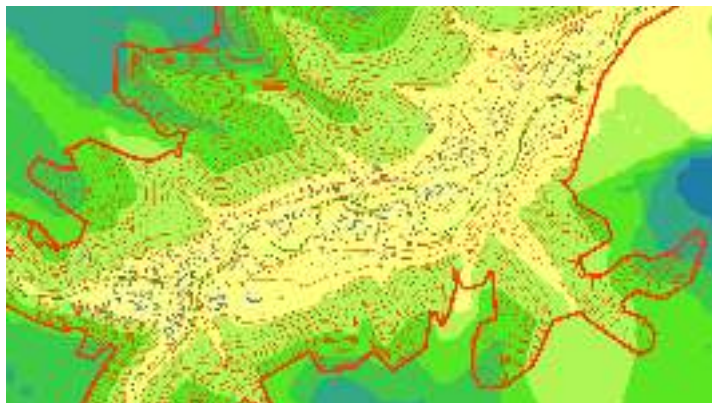
4. Дослідження програмного інструменту Area Solar Radiation при застосуванні цифрових моделей топографічної поверхні високого та низького розрізнення

Цифрову растрову модель топографічної поверхні розрізненням 30м використовуємо для наближеного моделювання інсоляції в межах всього села, а згодом конкретної його частини. Модель топографічної поверхні дещо згладжена, Вхідна карта рельєфу на територію с. Козьова демонструє складний гірський рельєф з перепадом висот 432—438 м над рівнем моря.

Результатом моделювання програмним інструментом «Площинна сонячна радіація» є серія растрових карт розподілу річної прямої та розсіяної радіації а також карта тривалості прямого освітлення поверхні. Холодні схили північної експозиції та теплі схили південної експозиції добре читаються на таких картах і дають загальне уявлення про інсоляцію території. Діапазон значень кількості сонячної енергії складає від 0 до 7590 Квт. год /м² в рік. В Східній частині селища розміщена гора з холодним північним схилом, повністю вкрита хвойним лісом. Помірну інсоляцію мають також долини р.Опір. Натомість краще освітлюється забудована частина селища, в основному розміщена на південно-східному та південному схилах гір.

Основну частину радіації (до 70% від загальної) складає пряме опромінення, величина якого показана на рис.19. Розсіяне опромінення розподілене значно більш рівномірніше – рис.18

Цікаву інформацію надає карта тривалості прямого опромінення схилів протягом року. На ній виявлено ділянки в глибоких ярах, заліснені щільним ялиновим деревостом, де протягом року практично не відбувається прямої інсоляції.



Значення:

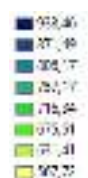
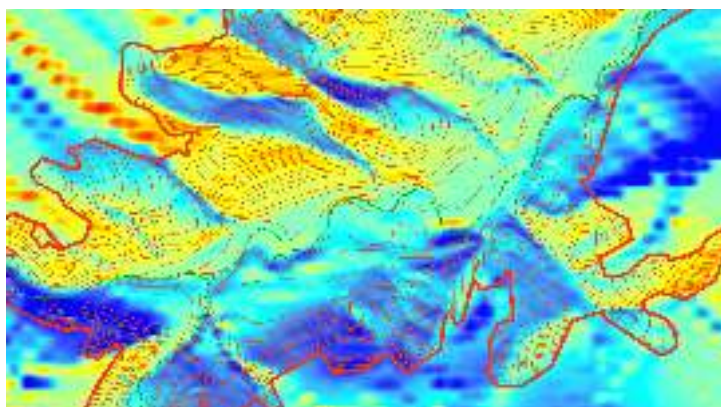


Рис.16. Растрова модель рельєфу ASTER GDEM на територію с.Козьова.



Значення:

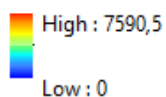
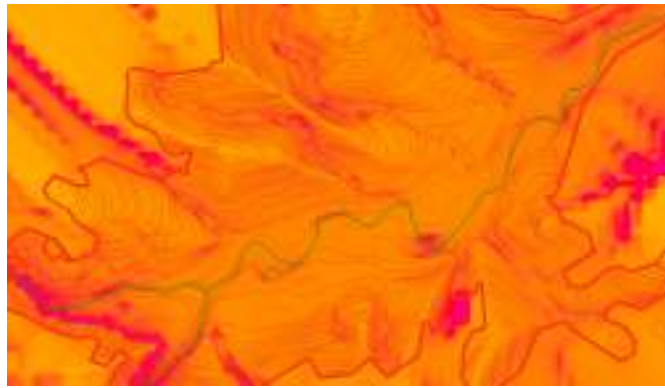


Рис.17. Карта загальної річної радіації



Значення:

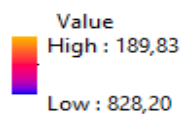


Рис.18. Карта розсіяної річної радіації.

Значення:

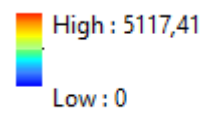
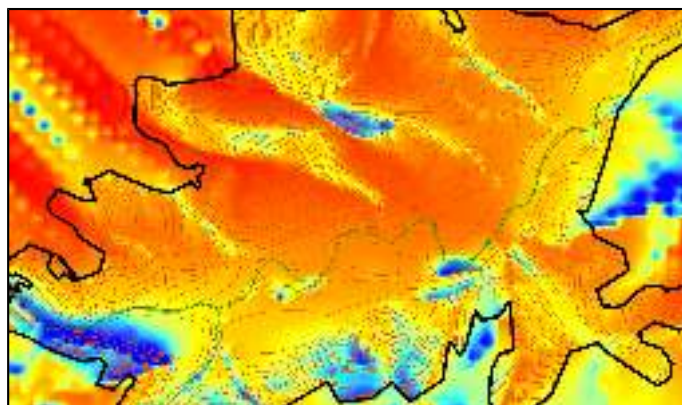
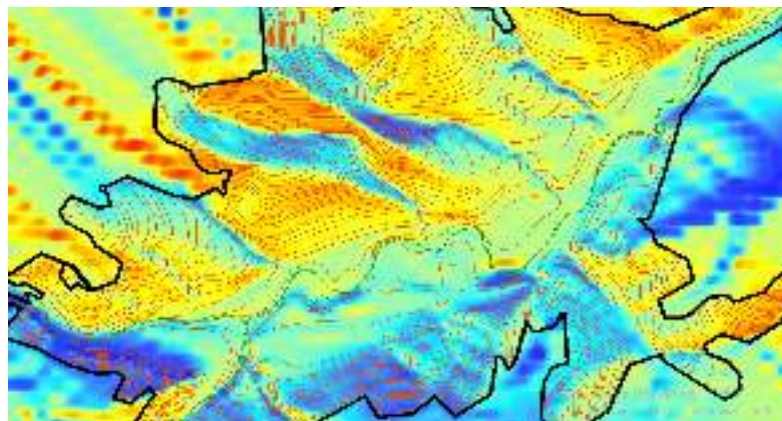


Рис.19 Карта прямої річної радіації



Значення:

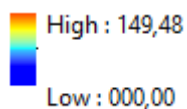


Рис.20. Карта тривалості прямого освітлення території протягом року

Для чіткого моделювання інсоляції села використана модель видимої поверхні DSM розрізненням 0.5м, яка на відкритих ділянках відповідає моделі рельєфу місцевості, на закритих – поверхні рослинності та забудови. Через великий об'єм даних моделювання здійснювалось тільки в північній частині села Козьова.



Рис.21. Ортофотоплан масштабу 1:5000

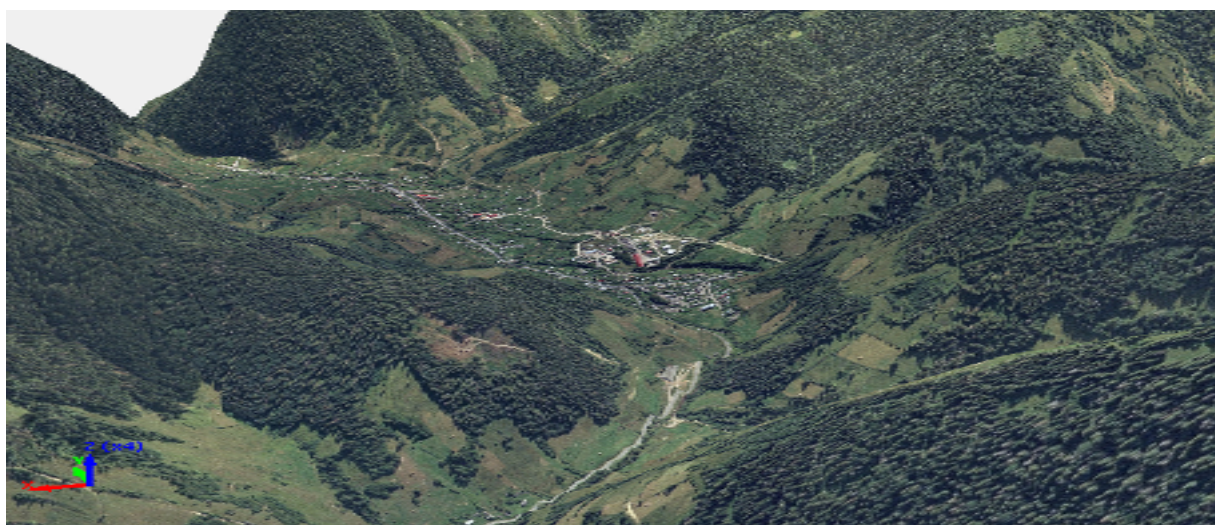
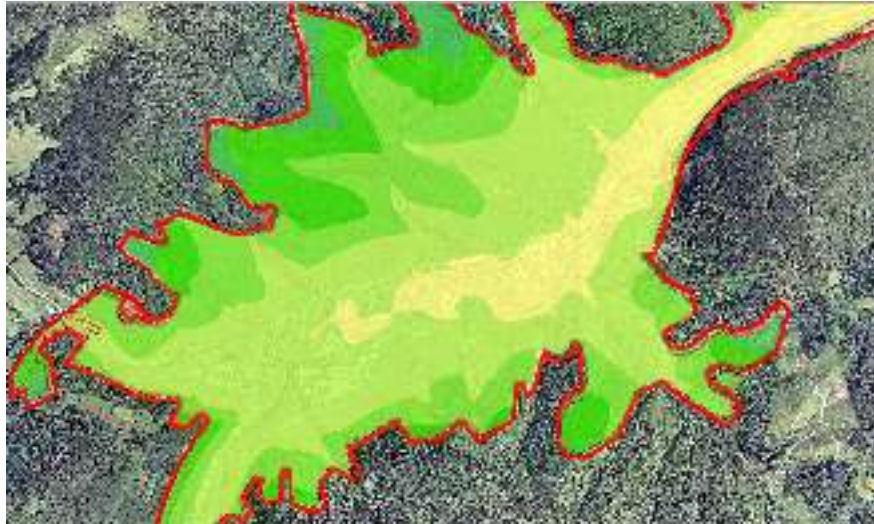
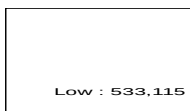


Рис.22. Тривимірна модель села

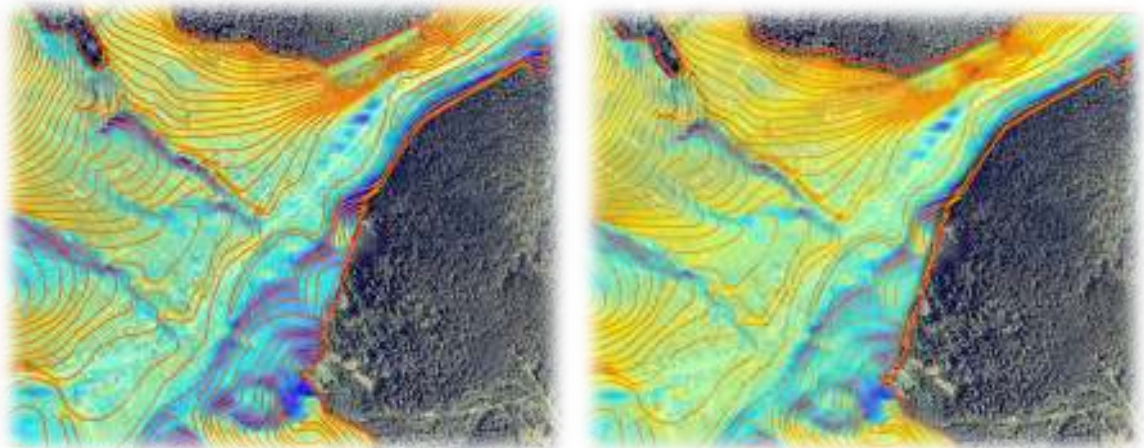


Значення:

Рис.23. Цифрова модель поверхні DSM



При моделюванні сонячної радіації параметри на детальній моделі слід враховувати більшу складність поверхні, наявність в поверхні відміток рослинності та будівель. Встановлено 16 горизонтальних (азимутальних) та вертикальних (зенітних) напрямків при створенні моделі неба та карти видимості неба. Коефіцієнт прозорості атмосфери оцінюємо параметром 0,5, який враховує розміщення більшої частини забудови в долині річки Опір, а вздовж річки йде вулиця, що спричиняє підняття пилу з поверхні дороги. Результат моделювання – карти прямої, розсіяної сонячної радіації, річна кількість радіації та річна тривалість освітлення території.



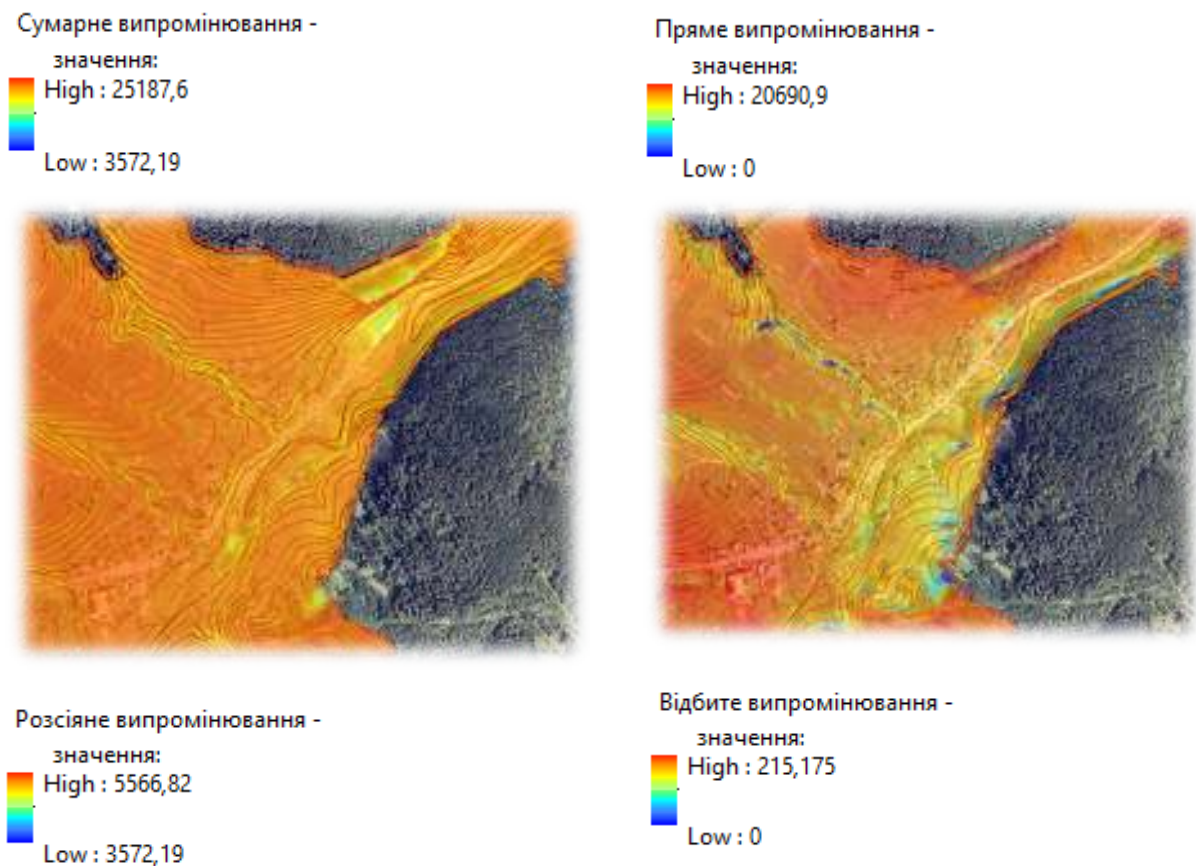


Рис.24. Тривалість прямого освітлення

Подальше дослідження має на меті деталізацію картини сонячного освітлення за дахами будівель для виявлення їхньої придатності для розміщення сонячних панелей. За картографічним шаром контурів дахів будинків, що було отримано векторизацією ортофотоплану, вирізаємо зображення з растрової карти глобальної інсоляції. Отримане таким чином зображення аналізуємо з допомогою інструмента «Зональна статистика», результатом роботи якого є таблиця із числовими статистичними параметрами інсоляції по кожному даху.

Табл.1. Зональна статистика інсоляції по дахам будинків

ZonalStatistics									
Rowid	FID*	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM*
1	0	716	179	398,68754	8101,33081	7702,64327	3755,00886	2741,74047	2541834,47545
2	1	296	74	1113,58137	8151,41563	7037,83426	3431,64798	2505,10303	960119,31008
3	2	152	38	908,27842	8465,15487	7556,87645	3684,73296	2609,85506	529395,65000
4	3	524	131	753,48354	8529,43367	7775,95013	3791,55328	2767,83390	1877929,18832
5	4	96	24	854,25954	13941,51569	13087,25615	6381,34610	4658,38265	579047,63774
6	5	680	170	954,43589	8895,34249	7940,90660	3871,98606	2826,54982	2488705,22321
7	6	260	65	567,54328	6992,13321	6424,58993	3132,63005	2286,81994	769862,59451
8	7	464	116	1012,81674	9439,45202	8426,63528	4108,82736	2999,44397	1802049,16691
9	8	380	95	356,48754	5104,90157	4748,41403	2315,32668	1690,10848	831623,27337
10	9	196	49	948,58734	8840,83401	7892,24667	3848,25948	2809,22942	712937,04259
11	10	1008	252	1046,45792	8183,30093	7136,84301	3479,92465	2540,34500	3315592,39171
12	11	236	59	849,98513	7921,86141	7071,87628	3448,24687	2517,22022	769203,25914
13	12	192	48	793,49113	6601,84620	5808,35507	2832,15393	2067,47237	513983,10603
14	13	148	37	954,61498	8897,01161	7942,39663	3872,71260	2827,00020	541761,00888
15	14	204	51	1002,42897	9342,63800	8340,20903	4066,68592	2968,60072	784154,35956

15 out of 100 Selected

Розрахунок потенційної продуктивності кожного даху при встановленні сонячних панелей розраховуємо за таким порядком.

Додаємо в атрибутивну таблицю векторного шару будинків поле з площею будинків.

Приєднуємо до атрибутивної таблиці векторного шару будинків таблицю зональної статистики інсоляції по дахам.

Розраховуємо продуктивність кожного даху. Для цього в атрибутивній таблиці полігонального шару будинків вмикаємо калькулятор полів та розраховуємо продуктивність за формулою, яка враховує кількість комірок растру яку займає дах та площу даху:



$$\frac{([ZonalStatistics:SUM] / [ZonalStatistics:COUNT])}{[buildingclip.Area]}$$

- де

ZonalStatistics:SUM – сума радіації, яка попадає протягом року на конкретний дах;

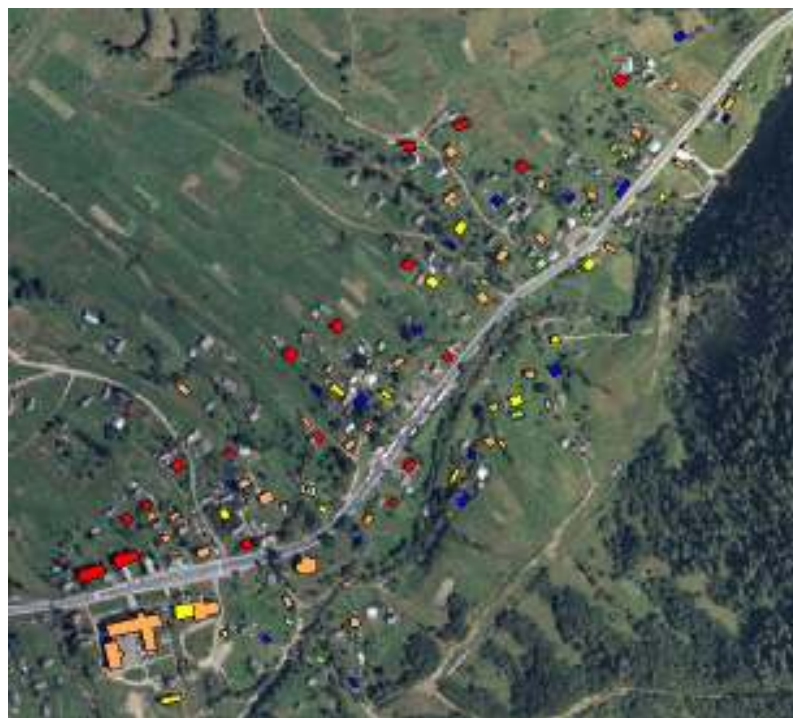
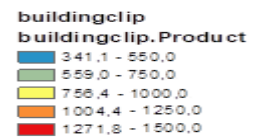
ZonalStatistics:COUNT – кількість комірок растру (розміром 0,5мx0,5м), яка поміщується в контурі даху;

buildingclip.Area – площа даху;

Для візуалізації векторного шару будинків виконуємо класифікацію за продуктивністю кожного даху. Використано 5 класів. Результатом є карта, яка показує придатність кожного даху для утилізації сонячної енергії.



Значення:



Значення:

Рис 25 Придатність кожного даху для утилізації сонячної енергії

Оцінити кількість дахів, придатних для встановлення сонячних панелей можна з допомогою статистики. В атрибутивній таблиці шару дахів будинків отримаємо гістограму розподілу параметрів продуктивності.



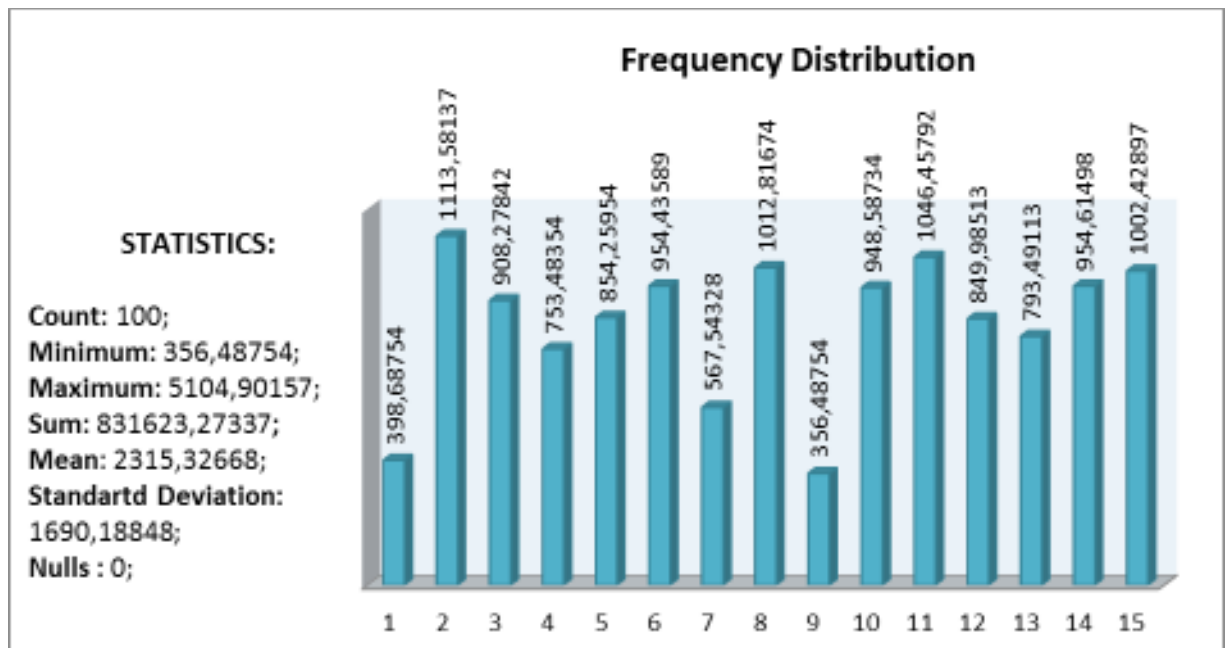
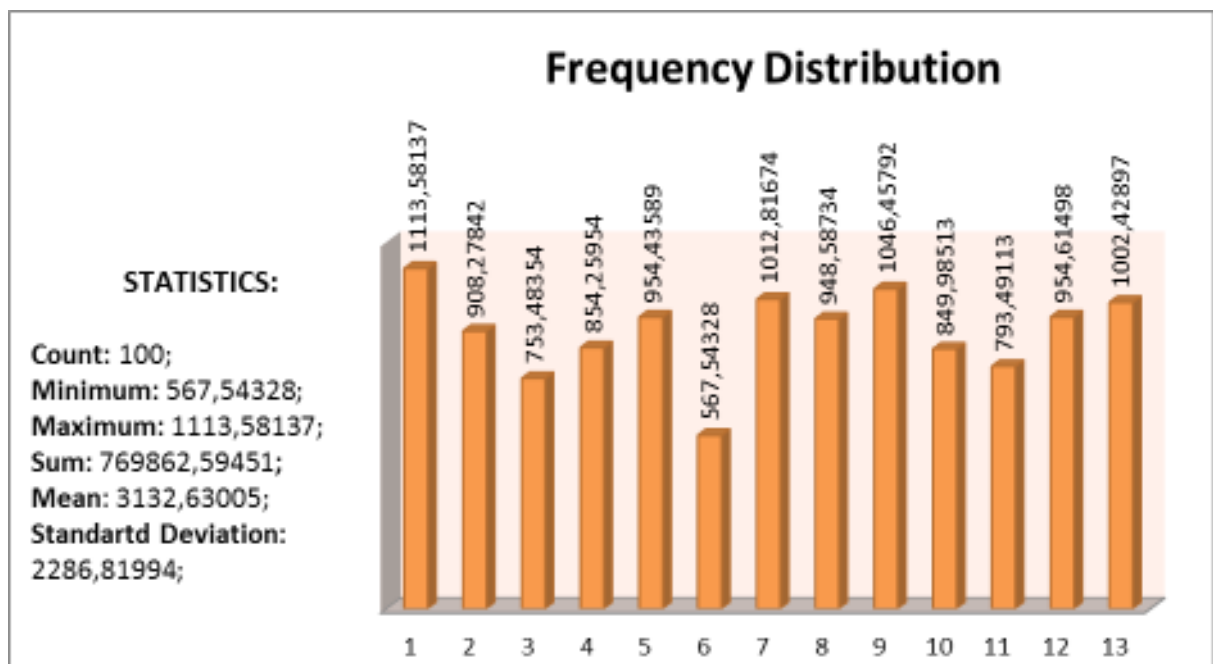


Рис 26 Середній показник продуктивності 828 Кв*год /м²

В цілому прихід сонячної радіації на дахи в цій частині селища менший за середні показники по області. Середній показник складає 828 Кв*год /м². Якщо прихід радіації менше 500 Кв*год /м² в рік встановлення сонячних панелей однозначно є недоцільним капіталовкладенням. Якщо відкинута такі дахи із загального розгляду (загалом їх в цій частині селища виявилось 2 із 15), статистика буде мати вид



Висновки

За результатами виконаного дослідження зроблені наступні висновки, що будь-яку територію можна оцінити з різних позицій в контексті оцінки природо-ресурсного потенціалу. Зокрема для створення сонячних електростанцій. Проте не лише будівництво електростанцій може бути розцінене як природо ресурсний потенціал але й сама кількість забезпечення території сонячною енергією можна оцінити як природо ресурсний потенціал.

Встановлено що за допомогою програмного комплексу ArcGIS, сучасних даних щодо розподілу сонячної радіації (як знаходяться у вільному доступі в мережі Інтернет та методів які застосовуються у геодезії, фотограметрії та геоінформатиці можливо провести детальне моделювання інсоляції території.

В результаті нами проведено детальне моделювання інсоляції селища. Для цього використана модель видимої поверхні DSM розрізненням 0.5м, яка на відкритих ділянках відповідає моделі рельєфу місцевості, а на закритих – поверхні рослинності та забудови. А також проведено розрахунок потенційної продуктивності кожного даху при встановленні сонячних панелей в межах досліджуваного об'єкта.

Використана література

1. Величко С.А. Енергетика навколишнього середовища України (з електронними картами). Навчально-методичний посібник для магістрантів. Науковий редактор проф. І.Г.Черваньов – Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна. - 2003. - 52с
2. Дикий М.О. Поновлювані джерела енергії: Підруч. Для студ. вузів. К.: Вища школа 1993-352с.
3. Програма фінансування альтернативної енергетики в Україні (Програма USELF). Технічний звіт з оцінки потенціалу відновлюваної енергетики в Україні: Сонячна енергетика. http://www.uself.com.ua/fileadmin/documents/U-Solar_Technical_Report.pdf
4. [«На Самбірщині запрацювала перша в області сонячна електростанція»](#). Українські Новини. 2013-01-13.
5. [«Запрацювала перша у Західній Україні сонячна електростанція»](#). Голос України. 2013-01-02.
6. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л. ЛГТУ 1991 - 342с.
7. Периодическое издание Leica Geosystems с.18-19
http://geosystems.ru/upload/library/reporter_65_rus.pdf
8. Методи геоecологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA: навчальний посібник / Д.В. Свідзінська. – К.: Логос, 2014. – 402 с.
9. [Електронний ресурс] eprints.kname.edu.ua/5282/1/e-book.pdf
10. [Електронний ресурс] <http://solargis.info>
11. [Електронний ресурс] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
12. Сонце – як джерело енергії [Електронний ресурс]
<https://ecoburougcc.org.ua/index.php/statti/2669-sontse-jak-dzherelo-energiyi>
13. [Малимон С. С. Основи екології / Підручник](#) [Електронний ресурс]
<https://books.google.com.ua/books?isbn=966382218X>
14. Perovych L., Kereush D. Technology of optimal site selection for solar photovoltaic power plants using gis and remote sensing techniques / Геодезія, картографія і аерофотознімання. Вип. 86, 2017 с.73-79 [Електронний ресурс]
<http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/feb/8009/0032.pdf>