

УДК 339.99:338.48

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Л.М. Архипова

Івано-Франківській національній технічній університет нафти і газу

Стаття присвячена використанню відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону. В роботі запропоновані передпроектні рекомендації для інноваційного сегменту туристичної інфраструктури з метою перспективного розвитку як великих туристичних центрів, так й ізольованих поселень гірської частини Карпатського регіону на прикладі використання сонячної енергії. Розглянуті перспективи та технологічні характеристики сонячної електростанції промислової потужності та проект мінімального використання відновлюваних джерел для освітлення сільських вулиць на основі сонячних батарей. В даній роботі інноваційною пропозицією є застосування екотехнологій у вирішенні проблеми покращення туристичної інфраструктури, що за умови більших капіталовкладень у майбутньому сприятиме підвищенню туристичного попиту.

Ключові слова: сталий розвиток, інноваційний сегмент, використання сонячної енергії, туристична інфраструктура.

Постановка проблеми. Екотуризм визначений UNWTO одним з пріоритетних напрямів туристичного розвитку у світі на поч. XXI ст. [8]. В Європі існує попит на окремі види туризму, в тому числі «зеленого», які недостатньо розвинуті в окремих районах Карпатського регіону. Основна причина – відсутність туристичної інфраструктури навіть для сільського туризму. Потрібні екоінноваційні проекти розвитку інфраструктурних сегментів для задоволення туристичного попиту нового тисячоліття. В Україні порівняно з країнами Західної Європи використання сонячної енергії знаходиться

на низькому рівні. Виробіток електроенергії за допомогою відновлюваних джерел складає близько 4 %. До 2030 р. на рівні держави заплановано довести цей відсоток до 20 % [6]. Карпатський регіон достатньо придатний для використання сонячної енергії. Річний потік сонячного випромінювання для Карпатського регіону становить 1000–1115 кВт год./м² [3], що сприятливо для будівництва об'єктів використання сонячної енергії як малого, так й промислового масштабів, які б суттєво підвищили рівень туристичної інфраструктури регіону.

Аналіз публікацій і досліджень. Оцінка розвитку туризму, в тому числі міжнародного, у народногосподарському комплексі виконувалась в минулому без достатнього врахування екологічних факторів [2]. Затрати на відтворення навколишнього природного середовища та його покращення при виборі варіантів туристичного освоєння регіону, в тому числі інфраструктурного, аналізувалися і враховувалися недостатньо. Туризму належить 5–7 % деградації природного середовища [1]. Надмірна концентрація туристичного руху в часі і на даній території, неправильна локалізація туристичних баз, погані форми організації відпочинку, брак туристичної культури й екологічної свідомості, «жорстка» туристична інфраструктура є основними причинами виникнення екологічних загроз [8]. Сегмент енергозабезпечення туристичних комплексів – суттєва складова вкладу туризму у забруднення навколишнього середовища, глобальні екологічні проблеми [6].

Мета роботи – обґрунтувати впровадження об'єктів використання сонячної енергії як інноваційну складову сталого розвитку туризму Карпатського регіо-

ну; довести, що для розвитку сонячної енергетики в рекреаційно-туристичному розвитку Карпатського регіону немає об'єктивних ресурсних, технічних, режимних, екологічних і економічних перешкод; показати можливість улаштування в межах регіону як сонячних станцій промислової потужності перспективних для туристичних кластерів, так й сонячних батарей для освітлення сільських вулиць, садиб «зеленого» туризму тощо.

Виклад основного матеріалу. В Стратегії розвитку Івано-Франківської області рекреаційно-туристичний напрямок обраний пріоритетним [9]. Сталий розвиток в контексті розвитку людства розуміється наступним чином: «...Людство здатне надати розвиткові сталого та тривалого характеру з тим, щоб він задовольняв потреби сучасності, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби» [8]. Поняття сталого розвитку за останні двадцять років торкнулося всіх сфер життєдіяльності людства, в тому числі й туризму. Тому розвиток туризму в чарівних куточках Карпатського краю повинен базуватись на екотехнологіях. Енергетична складова є основою для улаштування туристичних комплексів, закладів розміщення, харчування тощо. Наприклад, основним стримуючим фактором розвитку «зеленого» туризму у віддалених районах Карпат є відсутність туристичної інфраструктури, сегментом якої є вуличне освітлення сільських населених пунктів.

Тому ідея широкого використання на різних рівнях відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону є інноваційною. Висновок про те, що відновлювальна енергетика є одним з напрямків виходу з кризи, може бути зроблений на підставі наступних аргументів: відновлювана енергетика – це найбільш швидкий і дешевий спосіб вирішення проблем енергопостачання (електроенергією, теплом) віддалених важкодоступних населених пунктів; спорудження установок

відновлюваної енергетики – найбільш швидкий і дешевий спосіб забезпечення енергопостачання підприємств малого і середнього бізнесу; спорудження об'єктів відновлюваної енергетики не вимагає великих одноразових капіталовкладень і реалізується на протязі короткого часу на відміну від термінів будівництва об'єктів традиційної енергетики; крупні об'єкти відновлюваної енергетики – це скорочення дефіциту потужності і енергії в дефіцитних енергосистемах, що, в свою чергу, позитивно впливатиме на розвиток крупних туристичних центрів – лижних курортів (Буковель, Яблуниця, Славське, Драгобрат);

До відновлюваних джерел енергії відносяться: сонячна енергія; енергія вітру; енергія рік і водойм; геотермальна енергія; енергія припливів; низькопотенційне тепло; біомаса. Рівень технічно досяжного річного енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії в Україні (за даними Інституту відновлювальної енергетики НАН України) наведено в табл. 1.

Технічно-досяжний енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії визначається з врахуванням стану сучасного розвитку технічної і технологічної бази відновлюваної енергетики і, як правило, встановлюється на термін 5–10 років. Крім того, при визначенні технічного енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії враховується також стан економічного розвитку країни.

Тенденції і прогнози розвитку сонячної енергетики в Україні наступні [3]. Річний технічно досяжний енергетичний потенціал сонячної енергії в Україні еквівалентний 6 млн. т у.п., в тому числі:

- для виробництва електричної енергії – 2 млн. т у.п.;

- для виробництва теплової енергії – 4 млн. т у.п.

Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практич-

Таблиця 1

Потенціал енергії відновлюваних джерел в Україні

Напрямки освоєння відновлюваних джерел енергії	Річний технічно досяжний енергетичний потенціал		Річні обсяги заміщення природного газу
	млрд. кВт•год	млн. т у.п.	млрд. м ³
Вітрова енергетика	41,7	21,0	18,26
Сонячна енергетика	28,8	6,0	5,22
Геотермальна енергетика	105,1	12,0	10,43
Гідроенергетика	27,7	10,0	8,70
Біоенергетика	162,8	20,0	17,4
Енергетика навколишнього середовища	154,7	18,0	15,65
Всього	520,8	87,0	75,66

но на всій території. Період ефективної експлуатації в розрізі року сонячних водонагрівачів становить:

- в південних областях – 7 місяців;
- в північних областях – 5 місяців.

Зона Карпатського регіону має достатній потенціал сонячної інсоляції (табл. 2), який дає можливість будувати сонячні фотовольтажні електростанції (СЕС). Аналіз роботи СЕС у Львівській,

Івано-Франківській, Закарпатській областях показав, що СЕС потужністю 1 МВт за рік може виробити біля 1 млн. кВт годин електроенергії. При вартості капіталовкладень в 1 млн євро за 1 МВт пікової потужності СЕС окупність інвестицій складає біля 7,0 років. Сонячні установки для виробництва електричної (чи теплової) енергії використовують енергію сонячного випромінювання.

Таблиця 2

Помісячні метеодані (Meteonorm 6.1)

Місяць	Глобальне горизонтальне випромінювання, кВт•год/м ²	Температура навколишнього середовища, °С	Сумарне випромінювання на площу, кВт•год/м ²	Ефективне глобальне випромінювання, кВт•год/м ²
Січень	21,9	-3,98	46,4	44,9
Лютий	39,9	-2,77	59,8	57,8
Березень	77,9	0,96	109,9	106,6
Квітень	124,9	7,92	145,6	141,1
Травень	162,9	14,65	167,0	161,0
Червень	177,8	16,75	159,9	154,3
Липень	172,8	18,87	169,2	163,5
Серпень	135,9	17,85	153,8	148,7
Вересень	89,9	12,32	123,1	119,1
Жовтень	59,9	7,66	87,6	84,8
Листопад	28,9	2,35	55,5	53,7
Грудень	14,9	-3,53	41,3	39,9
РІК	1108,0	7,3	1319,1	1275,3

Таким чином, при роботі електростанції виробляється електрична енергія без використання органічного (чи ядерного) палива, що забезпечує відповідне зменшення споживання палива на традиційних теплових чи атомних електростанціях. Застосування сонячних установок з використанням основного обладнання, виготовленого провідними світовими підприємствами, дозволить забезпечити високі техніко-економічні показники і сприятиме заощадженню відповідної частини органічного палива.

Крім того, слід зазначити, що електропостачання Карпатського регіону, відповідно всієї його туристичної інфраструктури забезпечується від мереж енергосистеми України. Ця обставина впливає на надійність електропостачання і туркомплексів й місцевих споживачів. Мають місце непродуктивні втрати електроенергії в мережах при її передачі від джерел

ділитися на термодинамічну і фотоелектричну. Система термодинамічного перетворення сонячної енергії в загальному випадку складається з наступних основних елементів [4; 7]:

- обладнання вловлювання сонячної радіації;
- приймальної системи для перетворення енергії сонячного випромінювання в теплову, яка передається теплоносію;
- системи передачі теплоносія від приймача до акумулятора або до теплообмінника (теплообмінників), призначеного для підігріву робочого середовища;
- теплового акумулятора;
- теплообмінника-охолоджувача (конденсатора).

Принципова схема системи термодинамічного перетворення сонячної енергії наведена на рис. 1.

Принцип роботи схема термодинамічного перетворення сонячної енергії

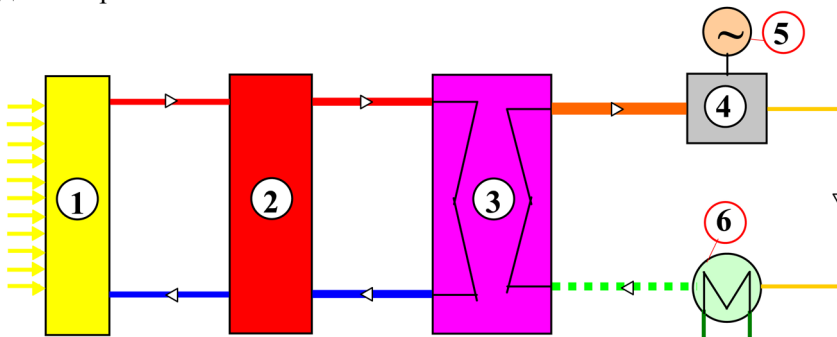


Рис. 1. Принципова схема системи термодинамічного перетворення сонячної енергії (1 – колектор і приймач; 2- акумулятор; 3 – теплообмінник; 4 – двигун; 5 – електричний генератор; 6 – теплообмінник-охолоджувач).

до споживачів. Будівництво місцевого джерела електроенергії як елемента туристичної інфраструктури в обраних районах Карпатського регіону забезпечить надійне і ефективне електропостачання місцевих споживачів. Таким чином, існує цілий ряд об'єктивних факторів, які підтверджують доцільність будівництва сучасних сонячних електростанцій в межах крупних туристичних комплексів.

За принципом перетворення і використання енергії сонячна енергетика

полягає в наступному. Теплоносій нагрівається в приймачі 1 і спрямовується в акумулятор тепла 2, призначений для забезпечення роботи електростанції на протязі певного періоду часу після припинення роботи приймача, викликаного зменшенням (або повним припиненням) світлового потоку. Таким чином, акумулятор відіграє роль буфера між системою підігріву теплоносія і тепловою машиною, забезпечуючи стабільну роботу системи в цілому.

Робоче середовище первинного контуру з акумулятора 2 подається на теплообмінний апарат 3, призначений для підігріву робочого середовища вторинного контуру, яке безпосередньо використовується в тепловій машині 4, яка служить приводом електричного генератора 5. Відпрацьоване в машині робоче тіло скидається в кінцевий охолоджувач (конденсатор) 6 і спрямовується на підігрів в теплообмінник 3.

Система фотоелектричного перетворення сонячної енергії [4; 7]. Головною складовою сонячної електростанції, яка діє за принципом фотоелектричного перетворення сонячної енергії є сонячні батареї (фотоелектричні панелі), призначення яких полягає в прямому перетворенні сонячної енергії в електричну. Сонячна батарея складається з окремих фотоелектричних елементів, які з'єднуються разом, забезпечують необхідну потужність батареї. В даний час найбільш розповсюдженими є п'ять типів сонячних панелей, які відрізняються матеріалами, з яких виготовлені їх елементи.

Сонячні панелі з полікристалічних фотоелектричних елементів найбільш поширені у зв'язку з оптимальним співвідношенням ціни і ККД серед всіх різновидів панелей. Їх ККД становить 12–14 %. У елементів, які утворюють панель, характерний синій колір і кристалічна структура.

Сонячні панелі з монокристалічних фотоелектричних елементів більш ефективні, але і більш дорогі в перерахунку на Вт потужності. Їх ККД, як правило, в діапазоні 14–16 %. Зазвичай монокристалічні елементи мають форму багатокутників, якими важко заповнити всю площу панелі без залишку. В результаті питома потужність сонячної батареї трохи нижча, ніж питома потужність окремого її елемента.

Сонячні панелі з аморфного кремнію мають один з найбільш низьких ККД. Зазвичай його значення в межах 6–8 %.

Однак серед усіх кремнієвих технологій фотоелектричних перетворювачів вони виробляють найдешевшу електроенергію.

Сонячні панелі з телуриду кадмію (CdTe) виготовляються на основі плівкової технології. Напівпровідникову плівку наносять тонким шаром у кілька сотень мікрометрів. Ефективність елементів з телуриду кадмію невелика, ККД близько 11 %. Проте, в порівнянні з кремнієвими панелями, 1 Вт потужності цих батарей обходиться на кілька десятків відсотків дешевше.

Сонячні панелі на основі CIGS. CIGS - це напівпровідник, який складається з міді, індію, галію та селену. Цей тип сонячних батарей теж виконаний за плівковою технологією, але в порівнянні з панелями з телуриду кадмію має більш високу ефективність, його ККД сягає 15 %.

Слід зазначити, що однакову потужність всієї установки можна отримати за допомогою будь-яких типів сонячних батарей, однак більш ефективні фотоелектричні перетворювачі займуть менше місця, для їх розміщення знадобиться менша площа. Наприклад, якщо для отримання одного кВт електроенергії буде потрібно близько 8 м² поверхні сонячної батареї на основі монокристалічного кремнію, то панелі з аморфного кремнію займуть вже близько 20 м². Досвід впровадження сонячних електростанцій в Карпатському регіоні показує, що площа постійного відводу землі під спорудження сонячної електростанції складає орієнтовно 2 га на 1 МВт встановленої потужності.

На виробництво електроенергії фотоелектричними перетворювачами впливає не лише загальна площа сонячних панелей. Електричні параметри будь-якої сонячної батареї визначаються в стандартних умовах тестування, а саме при інтенсивності сонячного випромінювання 1000 Вт/м² та робочій температурі панелі 25°C [4; 7].

В Карпатському регіоні, як й у більшості регіонів Центральної та Східної Європи, інтенсивність сонячного випромінювання рідко досягає номінального значення, тому навіть в сонячні дні фотоелектричні панелі працюють з недовантаженням.

В рамках загальної тенденції зниження виробленої потужності зі зростанням робочої температури, кожен тип сонячних батарей веде себе по-різному. Так, у кремнієвих елементів номінальна потужність падає з кожним градусом перевищення номінальної температури на 0,43–0,47 %. У той же час елементи з телуриду кадмію втрачають всього 0,25 % [4; 7].

Для існуючих СЕС Карпатського регіону використовуються модулі або пластини модулів у більшості випадків китайського виробництва як з полікристалічних, так і монокристалічних фотоелектричних елементів. На Самбірських СЕС у Львівській області успішно працюють панелі обох типів. Для забезпечення оптимальних режимів роботи обладнання передбачаються необхідні автоматичні регулятори технологічних процесів

При улаштуванні об'єктів використання сонячної енергії враховують наступні обмеження.

1. Сейсмічність території Карпатського регіону згідно з ДБН В 1.1-12.2006 становить 6 балів шкали MSK-64 і відповідає 10 %-ій імовірності перевищення розрахункової сейсмічної інтенсивності протягом 50 років і середнім періодом повторення такої інтенсивності один раз на 500 років.

2. Території заплавлі річок Карпатського регіону входять в зону затоплення. Для улаштування об'єктів використання сонячної енергії, враховуючи суттєві капіталовкладення, в проектах рекомендовано орієнтуватись на території, які не входять в зону паводків 1 % забезпеченості.

3. Відстань від об'єкту використання

сонячної енергії до місця приєднання до електромереж повинна бути якнайменшою, або такою, щоб споруда залишалась рентабельною.

4. Сонячна радіація залежатиме від висоти місцевості, орієнтації схилу та інших мезо- і мікрофакторів, але на всій території Карпатського регіону перевищуватиме 1000 кВт/год на 1 м² площі на 1 год., що дає можливість при діючих «зелених» тарифах на електричну енергію збудувати як промислову, рентабельну сонячну електростанцію, так й використати джерело сонячної енергії для туристичних комплексів, приватних сільських садиб «зеленого туризму», освітлення вулиць територіальних громад тощо. Питомі капіталовкладення складають 1500–1800 \$/кВт встановленої потужності.

Розрахункові помісячні обсяги виробництва електроенергії фотоелектричними панелями сонячної електростанції при встановленій максимальній електричній потужності 2,8 МВт наведено в табл. 3.

5. Вибір майданчика для розташування сонячної електростанції в першу чергу визначається умовами розташування з врахуванням відсутності затінення і відносної стабільності освітленості на протязі світлого періоду доби. Крім того, при виборі майданчика будівництва сонячної електростанції до уваги повинні прийматись екологічні фактори, умови видачі виробленої електроенергії і умови транспортних зв'язків.

6. При розробці компоновочних рішень по розташуванню обладнання сонячної електростанції на промайданчику враховані природні особливості майданчика, для забезпечення найвищої ефективності сприйняття сонячної радіації на протязі року, а також забезпечення мінімальних втрат енергії при її передачі від фотоелектричних панелей до інверторів, від інверторів до трансформаторів і між трансформаторами.

7. При роботі сонячної електростанції на навколишнє середовище будуть

Таблиця 3

Розрахункові помісячні обсяги виробництва електроенергії (N_e=2,8 МВт)

Місяць	Ефективне виробництво на виході з модулів, МВт.год	Обсяг відпуску в мережу, МВт.год	Ступінь ефективності генерації, %	Ступінь ефективності системи, %
Січень	68,3	66,25	13,3	12,8
Лютий	137,0	132,89	13,5	13,2
Березень	219,5	214,01	13,2	12,9
Квітень	346,7	339,77	12,7	12,5
Травень	404,0	395,92	12,2	12,0
Червень	410,9	402,68	12,0	11,8
Липень	395,9	387,98	11,9	11,7
Серпень	371,3	363,87	12,0	11,8
Вересень	250,0	243,75	12,3	12,1
Жовтень	185,9	182,9	12,6	12,3
Листопад	99,4	96,42	13,0	12,6
Грудень	69,0	66,93	12,9	12,4
РІК	2957,9	2893,37	12,4	12,2

впливати наступні фактори: шумове навантаження від роботи електротехнічного обладнання; електромагнітний вплив. Для зменшення шумового навантаження при роботі електротехнічного обладнання (інвертори, трансформатори) повинно бути передбачено застосування обладнання, конструкцією яких передбачені заходи по зменшенню шумів. Розташування обладнання промислової сонячної електростанції поза межами житлової забудови суттєво вплине на зменшення негативного впливу шуму й електромагнітного випромінювання електростанції на людей.

8. Утилізація пошкоджених або зношених фотоелектричних модулів не може бути виконана з побутовими відходами. Передбачається повернення виробнику пошкоджених або зношених в процесі експлуатації фотоелектричних модулів для відновлення або утилізації.

Для розвитку туристичної інфраструктури пропозицією є застосування сонячних батарей для вуличного освітлення сільських населених пунктів, які встановлюються на основі фотоелек-

тричних елементів та використовують відновлювані джерела енергії. Перевагами даної системи освітлення є:

1) гранична конструктивна простота і повна відсутність рухливих деталей;

2) сонячні батареї не потребують ніякого палива та здатні працювати на внутрішніх ресурсах. Власникові не потрібно хвилюватися про збереження приладу і постійно підтримувати його працездатність. Сонячні батареї мало бояться механічного зносу;

3) мінімальні затрати на обслуговування під час експлуатації – зазвичай достатньо лише протерти бруд з робочої поверхні;

4) невелика питома вага, невибагливість, максимально простий монтаж;

5) дані пристрою здатні прослужити щонайменше 25 років;

6) отримання енергії з батареї дозволяє заощадити фінансові ресурси;

7) на відміну від традиційних джерел, цей тип ресурсів практично невичерпний.

Для ефективного впровадження вуличного освітлення з живленням від

фотоелектричних елементів сонячних батарей доцільніше використовувати світлодіодні світильники.

Принцип дії системи простий і надійний. На протязі світлого часу доби, фотоелектричний елемент, перетворює сонячну енергію в електричну і нею заряджає акумулятори. З настанням сутінків світильник автоматично вмикається і забезпечує освітлення до настання світанку.

Для зарядження акумуляторів не обов'язкові прямі сонячні промені, сонячна батарея здатна уловлювати сонячну енергію навіть в похмуру погоду і зимовий час доби.

Фотоелектрична система освітлення комплектується з:

- фотоелектричного модуля, який перетворює сонячне освітлення в електроенергію;

- акумулятора-накопичувача енергії. Використовуються герметичні, необслуговувані акумулятори, термін використання яких в середньому від 5 до 15 років, в залежності від моделі;

- контролера – оптимізатора зарядки/розрядки акумулятора, який дозволяє продовжити експлуатаційний період акумулятора. Контролер автоматично вмикає і вимикає освітлення на світанку та заході сонця, а також наявний в комплекті таймер для налаштування режиму ввімкнення/вимкнення в заданий час;

- освітлювального блоку (кронштейн, світильник). Контролер і акумулятор розміщені в верхній частині стовба.

Всі електронні пристрої, котрі входять в верхній склад фотоелектричної системи, мають захист від короткого замикання, перегріву і перевантаження. Це забезпечує надійність системи і ефективну підтримку її роботи.

Технічні параметри:

- повністю автоматичний контроль роботи;

- вертикальний наземний рівень освітленості може досягати 10–12 Lx;

- освітлення постійне кожний день

10 год. В погану погоду по 4–10 год.;

- висота 7 м. Робоча температура від -30°C до +45°C.

Мета проекту для туристичної інфраструктури: 1. Модернізація існуючої системи освітлення в напрямку «еко». 2. Забезпечення комплексного освітлення на територіях, котрі не мають централізованого електропостачання і є туристично привабливі. 3. Зменшення фінансових затрат на електроенергію. 4. Зменшення трудозатрат на обслуговування. 5. Зменшення забруднення навколишнього середовища.

Переваги проекту для туристичної інфраструктури: 1. Отримання електроенергії від сонячного світла. 2. Зниження затрат на технічне утримання. 3. Покращена якість освітлення. Ґрунтується на «зелених» технологіях. 4. Економія грошових коштів на електроенергію. 5. Не потребує прокладки ліній електропередач.

Витрати – щорічні мінімальні. Термін використання модуля сонячних батарей перевищує 20 років. Акумулятори мають термін використання 5–10 років. Плата контролера має термін використання більше 10 років. Існуюча тарифна політика – 1 кВт енергії з врахуванням ПДВ вартує 0,36 грн. Пряма економічна вигода – зменшення витрат на електроенергію. З екологічної точки зору – екологічно чистий продукт на відновлюваних джерелах енергії сонця.

Зацікавлені сторони – органи місцевого самоврядування, територіальні громади, населення, неурядові екологічні організації, підприємці, існуючі і перспективні власники сільських зелених садиб. Проект перспективний і з соціальної точки зору, оскільки сприятиме освітленню вулиць без централізованого електропостачання і, як наслідок, зменшенню злочинності та дорожньо-транспортних пригод.

Вказаний технологічний процес є безвідходним і не супроводжується шкідливими викидами в навколишнє серед-

овище (як повітряне, так і водне). Дане обладнання не викликає шуму і вібрації, задовольняє допустимі показники по СніП П-12-77. В зв'язку з цим проведення повітряноохоронних, водоохоронних заходів і заходів зі зниження рівня виробничого шуму і вібрації в подібних проєктах не передбачається.

Для максимального енергозбереження в інноваційній туристичній інфраструктурі необхідне впровадження нових прогресивних джерел світла та електроенергії, використання світильників з високим ККД, раціональних систем розміщення світильників вуличного освітлення [10].

Розглянемо енергозбереження за рахунок використання фотоелектричних систем в порівнянні з освітленням лампами ДРЛ. Головною і беззаперечною перевагою використання фотоелектричних систем є те, що ця система не споживає електроенергію з мережі та дозволяє впровадити будь-яку систему розміщення світильників вуличного освітлення на відміну від світильників з лампами ДРЛ, які прив'язані до електромереж і потребують підведення до них живлення.

Фотоелектричні системи завдяки своєму самозабезпеченню є відновлювальними, екологічно чистими джерелами електроенергії, що перетворюють енергію сонця. Вони не прив'язані до електромереж, не є чутливими до перебоїв електропостачання і не несуть навантаження на електромережі.

При використанні світильників з лампами ДРЛ їм необхідне безпосереднє живлення з електромережі, що несе за собою споживання енергії (табл. 4). Відповідно, вартість споживання при використанні ламп марки ДРЛ 125 (8)-1 або ДРЛ 250 (8)-1 складає від 400 до 800 тис. грн. в рік за цінами 2013 р. (табл. 4).

Енергозбереження за рік при використанні фотоелектричних систем в порівнянні з лампами ДРЛ 125 та ДРЛ 250 становить 8395 кВт/год та 16790 кВт/год відповідно. Для порівняння середньостатистичний житловий будинок в сільській місцевості за рік споживає 950 кВт/год електроенергії, а сільська зелена садиба, що приймає туристів, втричі більше [5].

Технічні обмеження існують і при використанні для освітлення фотоелектричних елементів. Так, для одного світлодіодного прожектора зовнішнього освітлення потужністю 30 Вт необхідно встановити фотоелектричний модуль розмірами 1,6 м x 0,9 м. Для сталої роботи установки її укомплектовують інвертором, акумулятором, контролером. Вартість одного такого світильника разом із допоміжними матеріалами і монтажними роботами становитиме близько 10 тис. грн. Протягом години ним буде вироблено близько 30 Вт•год енергії, за 300 годин – 6,3 кВт•год (а не 9, як можна було б подумати, оскільки інтенсивність потоку сонячного світла не є постійною). При впровадженні для цілей освітлення фотоелектричних елементів існують об-

Таблиця 4

Енергоспоживання вуличним освітленням у Верховинському районі при використанні ламп марки ДРЛ 125 (8)-1 або ДРЛ 250 (8)-1

№	Марка лампи	Потужність однієї лампи, Вт	Потужність всіх ламп, кВт	Споживання електроенергії в рік, кВт/год	Ціна 1 кВт/год, грн	Вартість споживання в рік, грн
1	ДРЛ 125 (8)-1	125	380,875	1112155	0,36	400376
2	ДРЛ 250 (8)-1	250	761,750	2224310	0,36	800752

меження щодо мінімально необхідної площі фотоелектричних елементів, яка становить 1,5 м² площі елемента для забезпечення сталої роботи освітлювального приладу потужністю 30 Вт; вартості – для роботи освітлювального приладу потужністю 30 Вт необхідні інвестиції становлять близько 700 дол. США (це вже фінансове обмеження, яке впливає із технічного).

З іншого боку, при роботі об'єктів використання сонячної енергії електрична енергія виробляється без використання органічного (чи ядерного) палива, що забезпечує відповідне зменшення споживання палива на традиційних теплових чи атомних електростанціях. Наприклад, за звітними даними ПАТ «ДТЕК «Західенерго», за рік питомі витрати умовного палива на відпущену електроенергію становили у минулому році 409,4 г у.п./кВт•год. Розрахункова величина річного відпуску електроенергії від СЕС «Старі Богородчани-1» в мережу становить 2893,0 тис. кВт•год. Отже, скорочення витрати умовного палива на теплових електростанціях за рахунок виробництва електроенергії на СЕС «Старі Богородчани-1» становитиме 606,04 т у.п. на рік.

За звітними даними Бурштинської ТЕС, ціна кам'яного вугілля теплотворною здатністю 4 900 ккал/кг з врахуванням транспортних витрат в 2011 році становила 940,28 грн/т. В перерахунку на умовне паливо вартість тони умовного палива становила 1 343,26 грн/т у.п. За рахунок виробництва електричної енергії на СЕС «Старі Богородчани-1» річна економія в грошовому виразі становила 611,8 тис. грн (станом на 2011 рік).

Висновки. Обґрунтовано впровадження об'єктів використання сонячної енергії як інноваційна складова сталого розвитку туризму Карпатського регіону. Доведено, що для розвитку сонячної енергетики в рекреаційно-туристичному розвитку Карпатського регіону немає об'єктивних ресурсних, технічних, режимних, екологічних і економічних пере-

шкод. Показана можливість улаштування в межах регіону як сонячних станцій промислової потужності перспективних для туристичних кластерів, так й сонячних батарей для освітлення сільських вулиць, садіб «зеленого» туризму тощо. При роботі об'єктів використання сонячної енергії електрична енергія виробляється без використання органічного (чи ядерного) палива, що забезпечує відповідне зменшення споживання палива на традиційних теплових чи атомних електростанціях. Отже, заощадження енергоресурсів за рахунок використання відновлюваних екологічно чистих джерел енергії є перспективним інноваційним сегментом у розбудові туристичної інфраструктури, розвитку зеленого туризму в Карпатському регіоні.

Література

1. Архипова Л.М. Стратегія сталого розвитку туризму Карпатського регіону / Л.М. Архипова. «Економіка. Управління. Інновації. Серія: економічні науки.». – 2014. – Вип. № 2(12) : Електронне фахове видання. – Режим доступу: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe.
2. Архипова Л.М. До питання сталого розвитку територіальних рекреаційних систем / Л.М. Архипова // Карпатський край. Наукові студії з історії, культури, туризму. – 2014. – № 2 (5). – С. 147–158.
3. Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. – К., 2008. – 54 с.
4. Будинок «нуль» енергії... тому що Земля і Сонце не виставляють рахунків : зб. статей [уклад. О.Б. Денис]. – Львів : ЕКОінформ, 2008. – 336 с.
5. Гук Н.А. Перспективні напрями розвитку туризму в регіоні Українських Карпат : Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://tourlib.net>.
6. Енергетична стратегія України на період до 2030 року : Електронний ресурс. – Режим доступу : www.cfin.ru/press/management/2001-6/13.pshtml. www.rao-es.ru/ru/reforming/foreign/mo-/England.pdf.
7. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії [під заг. ред. А. К. Шидловського]. – К. : Українські енциклопедичні знання, 2007. – 559 с.
8. Програма дій «Порядок денний на XXI століття» / [Переклад з англійської: ВГО

«Україна. Порядок денний на XXI століття»]. – К. : Інтелсфера, 2000. – 360 с.

9. Стратегія розвитку Івано-Франківської області на період 2015–2017 роки. – Режим доступу: <http://www.if.gov.ua/>.

10. Financing Municipal Energy Efficiency Projects. Mayoral Guidance Note #2 [Electronic Resource] / Dilip Limaye, William Derbyshire / Energy Sector Management Assistance Program, The World Bank. – 2014. – Mode of access: http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/DocumentLibrary/FINAL_MGN1_Municipal%20.

Arhipova L.M. INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TOURISM IN THE CARPATHIAN REGION. *The article is devoted to the use of renewable energy in sustainable tourism and recreational development of the Carpathian region. The paper proposes recommendations for pre-innovation segment of the tourism infrastructure to future development for major tourist centers as well as isolated settlements as part of the Carpathian region on the example of solar energy. The reasons for implementing solar energy as an innovative component of sustainable tourism in the Carpathian region are proved. Solar radiation depends on altitude, slope orientation and other meso- and microfactors, but throughout the Carpathian region will exceed 1,000 kWh per 1 m² of a year. That enables active in «green» tariff for electricity build as industrial, cost-effective solar power; as the source and use of solar energy for tourist complexes, private rural «green tourism» estates, street lighting etc.. Specific investments make \$ 1500-1800 / kW of installed capacity. It is proved that the development of solar energy in the recreational and tourism development in the Carpathian region has no objective resources, technical, operational, environmental and economic obstacles. When operating facilities using solar energy produces electricity without using fossil (or nuclear) fuel, providing a corresponding decrease of fuel consumption for conventional thermal or nuclear power plants. Energy saved by using renewable,*

environmentally-friendly sources of energy is a promising innovative segment in the development of tourism infrastructure, development of green tourism in the Carpathian region. If there are more investments in the future, it will result in an increased tourist demand.

Keywords: *sustainable development, innovative segment, solar energy, tourism infrastructure.*

Архипова Л.М. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА КАРПАТСКОГО РЕГИОНА. *Статья посвящена использованию возобновляемых источников энергии в устойчивом туристско-рекреационном развитии Карпатского региона. В работе предложены проектные рекомендации для инновационного сегмента туристической инфраструктуры с целью перспективного развития как крупных туристических центров, так и изолированных поселений горной части Карпатского региона на примере использования солнечной энергии. Рассмотрены перспективы и технологические характеристики солнечной электростанции промышленной мощности и проект минимального использования возобновляемых источников для освещения сельских улиц на основе солнечных батарей. В данной работе инновационным предложением является применение экотехнологий в решении проблемы улучшения туристической инфраструктуры, что при больших капиталовложениях в будущем обернется повышенным туристическим спросом.*

Ключевые слова: *устойчивое развитие, инновационный сегмент, использование солнечной энергии, туристическая инфраструктура.*