

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
Навчально-науковий інститут суспільних наук, адміністрування та права
Кафедра екології

УДК 338.48-6:615.838

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

**Екологічні передумови використання природних
термальних джерел для будівництва «Термал Парку»
на вул. Курортній у с. Брюховичі
Львівської міської територіальної громади**

Виконала: студентка III курсу, групи ЕКСз-31
спеціальності 101 – Екологія
Лемак Іванна Іванівна

Керівник: доцент каф. екології, к. с.-г. наук
Лук'янчук Н. Г.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: доцент каф. ланд.архітектури,
садово-паркового будівництва та
урбоекотології, к. с.-г. наук
Шукель І. В.
(прізвище та ініціали)

Львів – 2026 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут суспільних наук, адміністрування і права

Кафедра екології

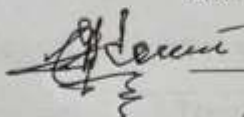
Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 101 – Екологія

Освітня програма Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри екології
д.с.-г.н., професор



Копій Л.І.

« 26 » 01 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТКИ
Лемак Іванни Іванівни

1. Тема роботи: «Екологічні передумови використання природних термальних джерел для будівництва «Термал Парку» на вул. Курортній у с. Брюховичі Львівської міської територіальної громади»

керівник роботи: к.с.-г.н., доцент Лук'янчук Неля Георгіївна
затверджені наказом університету від 20.01.26 р., № С-32

2. Термін подання студенткою роботи «20» червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: довідкова та спеціальна література; матеріали польових досліджень.

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити):

Вступ;

РОЗДІЛ I. Огляд літературних джерел за темою бакалаврської роботи;

РОЗДІЛ II. Аналіз впливу природних факторів на територію селища Брюховичі;

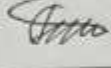
РОЗДІЛ III. Характеристика стану свердловин термальних вод у Брюховичах;

РОЗДІЛ IV. Аналіз впливу видобутку термальних вод на компоненти довкілля;

РОЗДІЛ V. Аналіз можливості запровадження міні-ТЕС в Брюховичах
Висновки;

Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу – схеми, рисунки, графіки, діаграми за темою та об'єктом дослідження, презентація у PowerPoint
6. Консультанти розділів роботи

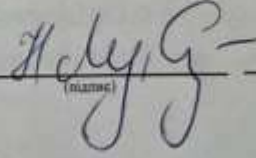
Розділ	Посада, ім'я та прізвище консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
V	Старший викладач кафедри екології НЛТУ України, доктор філософії з екології Гнатів Ігор Романович		

7. Дата видачі завдання 26.01.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	РОЗДІЛ I. Огляд літературних джерел за темою бакалаврської роботи	<u>26.01.2026 - 26.02.2026</u>	«виконано»
2	РОЗДІЛ II. Аналіз впливу природних факторів на територію селища Брюховичі	<u>27.02.2026 - 16.03.2026</u>	«виконано»
3	РОЗДІЛ III. Характеристика стану свердловин термальних вод у Брюховичах	<u>17.03.2026 - 23.04.2026</u>	«виконано»
4	РОЗДІЛ IV. Аналіз впливу видобутку термальних вод на компоненти довкілля	<u>24.04.2026 - 16.05.2026</u>	«виконано»
5	РОЗДІЛ V. Аналіз можливості запровадження міні-ТЕС в Брюховичах	<u>17.05.2026 - 16.06.2026</u>	«виконано»
6	Оформлення пояснювальної записки до бакалаврської роботи	<u>17.06.2026 - 20.06.2026</u>	«виконано»

Студентка  Лемак І. І.

Керівник роботи  Лук'янчук Н. Г.

УДК 338.48-6:615.838

Лемак І. І. Екологічні передумови використання природних термальних джерел для будівництва «Термал Парку» на вул. Курортній у с. Брюховичі Львівської міської територіальної громади: кваліфікаційна робота бакалавра; спеціальність 101 – Екологія / **Іванна Іванівна Лемак**; наук. керівник: Неля Георгіївна Лук'янчук; НЛТУ України. – Львів, 2026. – 57 с.

Табл. 2, рис. 4, бібліогр. 75 назви

АНОТАЦІЯ

Проведено літературний огляд стосовно екологічних проблем та правові аспекти використання термальних вод. Проаналізовано вплив природних факторів на територію селища Брюховичі. Дано характеристику стану свердловин термальних вод у Брюховичах: їх лікувальні властивості та соціальний аспект запровадження оздоровчого комплексу. Проведено аналіз впливу видобутку термальних вод на компоненти довкілля. Запропоновано можливості запровадження міні-ТЕС в Брюховичах.

Ключові слова: термальні води, селище Брюховичі, екологічні аспекти

UDC 338.48-6:615.838

Lemak I. I. Environmental preconditions for the natural thermal springs use for the construction of the "Thermal Park" on Kurortna Street in the Bryukhovychi village, Lviv urban territorial community: Bachelor's thesis: 101 Ecology/ **Ivanna Ivanivna Lemak**; of science Director: Nelya Georgijvna Lukyanchuk; Ukrainian National Forestry University. – Lviv, 2026. – 56 p.

Table 2, fig. 4, bibliogr. 75 names

ABSTRACT

A literature review was conducted on environmental problems and legal aspects of the use of thermal waters. The impact of natural factors on the territory of the village of Bryukhovychi was analyzed. The condition of thermal water wells in Bryukhovychi was characterized: their medicinal properties and the social aspect of introducing a health complex. The impact of thermal water extraction on environmental components was analyzed. The possibilities of introducing a mini-thermal power plant in Bryukhovychi were proposed.

Keywords: thermal waters, Bryukhovychi village, ecological aspects

ПЛАН

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ.....	9
1.1. Термальні води та їх використання.....	9
1.2. Практика використання термальних джерел в Україні.....	10
1.3. Правова база використання курортних територій в Україні.....	12
РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ НА ТЕРИТОРІЮ СЕЛИЩА БРЮХОВИЧІ.....	16
2.1. Особливості розміщення території селища Брюхович.....	16
2.2. Особливості рельєфу.....	17
2.3. Кліматична характеристика району.....	18
2.4. Ґрунтовий покрив території.....	19
2.5. Водні об'єкти району.....	19
2.6. Природні рослинні угруповання	20
2.7. Екологічний стан довкілля селища Брюховичі.....	23
РОЗДІЛ III. ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ СВЕРДЛОВИН ТЕРМАЛЬНИХ ВОД У БРЮХОВИЧАХ	26
3.1. Історія вивчення свердловин поблизу Львова.....	26
3.2. Лікувальні властивості термальних вод.....	28
3.3. Соціальний аспект запровадження оздоровчого комплексу в Брюховичах.....	29
РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИДОБУТКУ ТЕРМАЛЬНИХ ВОД НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ.....	31
4.1. Характеристика ділянки свердловин у Брюховичах.....	31
4.2. Характеристика захисної зони ділянки свердловин.....	32
4.3. Аналіз ймовірного впливу видобутку термальних вод на компоненти природи.....	33

РОЗДІЛ V. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ МІНІ-ТЕС	
В БРЮХОВИЧАХ.....	38
5.1. Сучасні напрями розвитку геотермальної енергетики.....	38
5.2. Проєкти використання термальних вод для виробництва електроенергії	40
5.3. Можливість створення геотермального модуля для міні-геоТЕС у Брюховичах.....	47
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52
ДОДАТКИ.....	58

ВСТУП

З огляду на кліматичні особливості, величезну кількість мінеральних джерел і бальнеологічних курортних зон, Україна вже сьогодні може стати одним зі світових центрів в області профілактики різних захворювань, а також, що найбільш важливо, для проходження реабілітації поранень українських воїнів внаслідок військової агресії рф. Оздоровлення воїнів – це активні дії, які слід робити для підтримання здорового способу життя, зниження стресу і поліпшення самопочуття. Окремою і вкрай важливою темою є оздоровлення людей з обмеженими можливостями. Створення спеціальних умов для повного комфорту і затишку цієї категорії надзвичайно важливо. Особливо дієвими є мінеральні води, які як у Європі, так і в Україні, є популярними для оздоровлення. На сьогоднішній день, на тлі відомих і широко розрекламованих світових курортів, Україна із набагато більшим потенціалом для оздоровчих процедур, на жаль, залишається в тіні.

Поблизу Львова у селищі Брюховичі розташоване законсервоване у 60-х роках Брюховицьке родовище гарячих мінеральних вод. Ділянка викуплена для створення масштабного спа-курорту, де планують облаштувати відкриті термальні басейни. Фірма «Термал Парк» заплатила 885 тис. грн за ділянку з мінеральними свердловинами та хоче звести багатофункціональний комплекс. Поки новий курорт будується, найближчі діючі аналоги термальних вод знаходяться аж на Закарпатті (м. Берегово, с. Велятино, с. Косино).

Брюховицьке родовище гарячих мінеральних вод – це перспективний бальнеологічний об'єкт. Його води за складом та лікувальними властивостями аналогічні відомим курортам Закарпаття, але знаходяться в межах Львівської міської громади. За бальнеологічними висновками, це – термальні (близько 40 °C), сульфатно-хлоридні, натрієві води з високим вмістом йоду та броду. Мінералізація становить 28–29 г/дм³. Розвідані законсервовані джерела розташовані на глибині від 1400 до 1505 метрів.

Вода рекомендована для зовнішнього застосування при хворобах опорно-рухового апарату, серцево-судинної, нервової та ендокринної систем. Освоєння цих мінеральних вод з метою реабілітаційно-лікувальних властивостей має велику перспективу для нашого міста і Львівщини в цілому.

Також важливим стратегічним пріоритетом розвитку Львівської області є освоєння власних відновлюваних енергетичних ресурсів, зокрема, це – гідро-енергетичний потенціал геотермальних вод. Розрахунки Інституту технічної теплофізики показали, що термальну воду раціонально використовувати не тільки як лікувальну, а як джерело теплової енергії для цілорічного гарячого водопостачання та сезонного обігріву теплиць з використанням теплообмінників. З цією метою слід детально вивчити експлуатаційні запаси родовища у Брюховичах та опрацювати можливість створення геотермального модуля для міні-геоТЕС.

Метою досліджень є характеристика стану свердловин термальних вод у селищі Брюховичі Львівської міської територіальної громади.

Об'єкт дослідження – стан свердловин термальних вод.

Завданням роботи було:

- провести літературний огляд стосовно екологічних проблем та правові аспекти використання термальних вод;
- проаналізувати вплив природних факторів на територію селища Брюховичі;
- дати характеристику стану свердловин термальних вод у Брюховичах: їх лікувальні властивості та соціальний аспект запровадження оздоровчого комплексу;
- провести аналіз впливу видобутку термальних вод на компоненти довкілля;
- запропонувати можливості запровадження міні-ТЕС в Брюховичах.

РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

1.1. Термальні води та їх використання

Термальні води (від грецького therm – жар, тепло) це є підземні води, що мають температуру 20 °C і вище. Лікувальні властивості термальних вод застосовували ще в часи Римської імперії, адже велика кількість громадських купалень розміщувалася саме на таких джерелах. А набагато раніше перед тим, як вчені почали вивчати склад термальних вод, було помічено, що вода конкретного джерела допомагає в лікуванні певних хвороб.

Термальні мінеральні джерела умовно поділяють на теплі (20-370 °C), гарячі (37-500 °C) і дуже гарячі (50-1000 °C). Будь-який вид термальних вод має позитивний вплив на самопочуття людини, але ефект лікувальний, якщо джерело містить натрій, бром, йод, криптон, кальцій, магній, хлор, вольфрам та інші мінеральні та біологічно активні речовини.

Тепло підземні води отримують від оточуючих гірських порід в глибинах землі, часто розташовуються в глибоких частинах артезіанських басейнів. Температура є одним з основних факторів, що впливають на хімічний склад та бальнеологічні властивості вод. З підвищенням температури збільшується мінералізація, зростає концентрація натрію, фтору, сульфат-іона, хлор-іона та інших корисних речовин.

У земній корі існує рухливий, надзвичайно теплоємний енергоносіє – вода, що насичує всі породи осадового чохла. Розігріті до високих температур породи нагрівають воду. Рідка вода існує тільки до глибини 10-15 кілометрів, нижче при температурі близько 700 °C вода перебуває винятково у газоподібному стані. На глибині 50-60 кілометрів, при тиску близько 30 тисяч атмосфер, зникає межа фазовості, тобто водяна пара набуває таку саму густину, що і рідка вода.

Здавна термальні води знаходили застосування в лікувальних цілях (римські, тбіліські терми). Термальні води застосовують також для теплопостачання житлових і виробничих будинків, обігріву теплично-парникових комбінатів, плавальних басейнів й у технологічних цілях (Рейк'явік повністю обігрівається теплом термальних вод).

Перспективними вважаються райони, в яких зростання температури з глибиною відбувається досить інтенсивно, колекторські властивості гірських порід дозволяють одержувати з тріщин значні кількості нагрітої води чи пари, а склад мінеральної частини термальних вод не створює додаткових труднощів по боротьбі із солевідкладеннями і кородуванням устаткування.

Аналіз економічної доцільності широкого використання термальних вод показує, що їх можна застосовувати для опалення і гарячого водопостачання комунально-побутових, сільськогосподарських і промислових підприємств, для технологічних цілей, добування цінних хімічних компонентів тощо.

Ефективно використовує гідротермальну енергію своїх надр Ісландія. Тут відомо понад 700 термальних джерел, які виходять на земну поверхню. Близько 60 % населення користується геотермальними водами для обігріву житлових приміщень, а в найближчому майбутньому планується довести це число до 80 %. При середній температурі води 87 °С річне споживання енергії гарячої води становить 15 млн ГДж, що рівноцінно економії 500 тис. т кам'яного вугілля на рік. Крім того, ісландські теплиці, в яких вирощують овочі, фрукти, квіти і навіть банани, споживають щорічно до 150 тис. м³ гарячої води, тобто понад 1,5 млн ГДж теплової енергії.

1.2. Практика використання термальних джерел в Україні

В Україні прогностні експлуатаційні ресурси термальних вод за запасами тепла еквівалентні використанню близько 10 млн т умовного палива на рік.

Потенційні експлуатаційні запаси термальних вод України 27303/411 тис. м³/добу/млн. Гкал/рік).

Територіально в Україні термальні води локалізовані у Криму і на Закарпатті. Кожне із джерел має свій хімічний склад і використовується для лікування окремих захворювань.

Справжні термальні курорти є на Закарпатті у м. Берегове функціонують басейни з гарячою кремнієвою мінеральною водою (близько 35 °С). У Берегове розвідане високопотужне джерело термальних вод з температурою 50–52 °С, дебіт свердловини — понад 1000 м³/добу. Комплекс «Жайворонок» та навчально-спортивна база «Закарпаття» у м. Косино – сучасний оздоровчий комплекс із термальними басейнами (температура води 36 °С - 41 °С). У с. Велятино функціонують термальні мінеральні води, які підходять для лікування органів опорно-рухового апарату та дихання. Українські термальні води поблизу с. Нижнє Солотвино є аналогом термальних вод що біля м. Вісбадена (ФРН). У нашій країні використовують термальні води для теплопостачання та як мінеральні води.

Закарпатські термальні басейни позбавляють хронічних недуг. Декілька днів, проведених у термальних басейнах, істотно допомагають позбавитися від багатьох хронічних захворювань. Басейн у Берегове, наприклад, був побудований ще в в 60–х роках. Спочатку його зводили як спортивну базу для спортсменів зі всього Союзу. А пізніше геологи, які розвідували тут підземні джерела води, зробивши лабораторні аналізи, заявили, що вода володіє цілющими властивостями. Напередодні Олімпіади-80 в Береговому навіть проводилися всесоюзні тренування. Зараз басейн також не порожній: періодично його орендують українські спортсмени під керівництвом відомих тренерів. А ось кілька років тому в селі Косино, недалеко від Берегова, побудували нову базу відпочинку, яка також базується в основному на термальних водах. Правда, тутешні басейни за обсягом набагато менші Березівських, але властивості води – аналогічні.

Вода з-під землі надходить із температурою 53 °С. Доки піднімається вгору – температура знижується до 35-40 °С в. Термальна вода лікує

урологічні, серцево-судинні, ендокринні, гінекологічні, стоматологічні захворювання, а також хвороби опорно-рухового апарату, дихальних шляхів, обміну речовин [13].

У 90-х роках курорти пережили складний період, але підйом, який спостерігається протягом 1998-2000 років свідчить, що санаторно-курортна галузь поступово більше і більше приваблює як відпочиваючих, а й інвесторів.

Відомі курорти Закарпаття з кожним роком покращують інфраструктуру своїх закладів, і намагаються наблизитись до відомих курортів Європи. Оскільки в останні роки санаторно-курортне лікування стало досить популярним, місцеві органи влади намагаються сприяти тому, щоб покращити їх сучасний стан, створити усі сприятливі умови для нормального функціонування санаторіїв [30].

1.3. Правова база використання курортних територій в Україні

Поклади термальних вод мають значний потенціал для України. Однак сталий розвиток оздоровчих курортів можливий лише при умові існування рівноваги між збереженням природних ресурсів та економічними інтересами розвитком туризму в регіоні.

Збереження природних лікувальних ресурсів повинно бути засновано, насамперед, на охороні курортно – рекреаційних зон. Незважаючи на очевидну економічну і потребу в розвитку оздоровчо – рекреаційного комплексу, на сьогодні в Україні, за незначними винятками, не встановлені межі охоронних зон усіх видів, майже не визначені показники резервних територій для розвитку курортів навіть на найближчу перспективу. Тому особливої уваги потребує комплекс питань із санітарної охорони курортів та родовищ природних лікувальних ресурсів [33].

Санаторно – курортна справа в Україні спирається на діючий Закон України «Про курорти», прийнятий у жовтні 2000 р., та відповідну

нормативно – правову базу, яка регламентує діяльність даної сфери, забезпечуючи доступність санаторно – курортного лікування для всіх громадян, і в першу чергу для інвалідів, ветеранів війни і праці, учасників бойових дій, громадян, які постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, дітей, хворих на туберкульоз тощо, економне та раціональне використання природних лікувальних ресурсів та їх охорону [3].

Наявність унікальних природних лікувальних ресурсів, відомостей що до їх сучасного стану, розвинутої інфраструктури, санаторно–лікувальних закладів становлять той базовий потенціал, на основі якого має формуватись державне ставлення до раціонального використання рекреаційних можливостей курортних територій, що обумовить подальший розвиток курортної галузі України.

Вирішення проблем рекреаційного природокористування на місцевому рівні ускладнюється відсутністю правової бази, яка регламентує і розмежовує повноваження органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування. Місцеві органи влади уповноважені попередньо розглядати плани використання природних ресурсів на своїх територіях, але вони не мають достатніх повноважень для прийняття рішень з проблем рекреаційного природокористування. Нормативні документи, що регламентують територіальне планування на місцевому рівні, складені на основі галузевого підходу до оцінки природних ресурсів. Вони не враховують агломераційний ефект, що виникає в результаті територіальних поєднань природних ресурсів і не включає оцінку природно – ресурсного потенціалу територій для визначення допустимого антропогенного навантаження на природні екосистеми.

Для сучасної оцінки природного потенціалу курортів і забезпечення сталого розвитку курортів необхідно, перш за все, державне зведення даних про природні лікувальні ресурси й об'єкти курортної інфраструктури, що є головним завданням Державних кадастрів природних територій курортів і

природних лікувальних ресурсів. Крім того, при оголошенні природної території курортною та застосуванні спеціальних економічних заходів мають бути враховані результати екологічно – економічної, соціально – економічної оцінок природного потенціалу курортів та об'єктів їх інфраструктури.

Першочерговими завданнями формування політики у сфері діяльності курортів має бути розробка Концепції розвитку курортів, яка б визначала види санаторно – курортних закладів та напрями їх спеціалізації та Програми координації діяльності курортів незалежно від відомчої підпорядкованості і форм власності, яка має охоплювати такі основні питання:

- раціональне використання природних лікувальних ресурсів та їх охорона;
- дотримання уніфікованих державних стандартних методик у галузі лікування і методичної реабілітації;
- розробка Положення про охорону курортних територій, родовищ природних лікувальних ресурсів, режимів і округів санітарної охорони;
- створення і ведення Державного кадастру природних лікувальних ресурсів;
- розробка державного моніторингу природних лікувальних ресурсів і природних територій курортів;
- розробка економічно обґрунтованих нормативів плати за користування природними лікувальними ресурсами;
- підготовка переліку курортів державного і місцевого значення [22].

Важливою проблемою є забезпечення курортного комплексу розвиненою інфраструктурою, яка б відповідала світовим стандартам, сприяла підвищенню його конкурентоспроможності. Її розвиток потребує вирішення територіально – функціональних, соціально – економічних, екологічних проблем і завдань.

Нині лікувально–оздоровчий туризм зайняв одну з лідируючих позицій серед інших напрямів відпочинку. В усьому світі активно пропагується ідея

здорового способу життя й дедалі більше людей прагнуть гармонійному стану душі, й тіла. Збільшується інтерес споживачів до SPA, а продаж оздоровчих турів і SPA–послуг з кожним роком зростає все більше. Зараз ведуться широкі розвідувальні роботи у всіх районах України. Відкрито багаті родовища різних мінеральних вод, уточнюються запаси вод уже відомих джерел. Незабаром біля цілющих джерел виростуть корпуси нових санаторіїв і пансіонатів.

Тепер, за інформацією геологів, на термальні води багата і Львівщина. І це джерело термальних вод розташовано лише за 10 км від центру Львова в селищі Брюховичі. Також поблизу Львова є СПА-комплекси з підігрівом води просто неба та гарячими карпатськими чанами у с. Сокільники (всього 5 км від ТРЦ Victoria Gardens). Тут працює комплекс із двома відкритими басейнами. один із них підігрівається цілий рік, а також є можливість замовити гарячий чан та лазню. Також у селищі Брюховичах працюють численні відпочинкові комплекси (наприклад, LisoProstir чи Thermal Resort), які пропонують релакс у гарячих карпатських чанах просто неба у будь-яку погоду. Оздоровлення термальними джерелами останніми роками набуває все більшої популярності за наявності такої великої кількості лікувальних ресурсів.

РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ НА ТЕРИТОРІЮ СЕЛИЩА БРЮХОВИЧІ

2.1. Особливості розміщення території селища Брюхович

Брюховичі – селище в Україні, адміністративний центр Брюховицького старостинського округу Львівської міської територіальної громади, підпорядковане Шевченківському району міста Львова. Складається з декількох масивів забудови серед мальовничих пагорбів та соснових і мішаних лісів. Селище розташоване на північний захід від Львова, у центральній частині Львівської області та межує на півночі з селами Львівської міської громади – Малими Грибовичами та Волею-Гомулецькою, на заході – з селом Бірки, Яворівського району. Південна частина селища – це забудовані селищні території, північна частина – це зона санаторно-рекреаційних закладів, східна частина – зона рекреаційних територій та селищного центру. Відстань до Львова: фізична – 10 км, залізницею – 6 км, автошляхами – 10 км (рис. 2.1). На станції Брюховичі існує пряме залізничне сполучення між Львовом та Рава-Руською. Через селище курсують автобусні маршрути.



Рис. 2.1. Розміщення селища Брюховичі

Вперше поселення згадується в документах за 1440 рік. Грамотою польського короля Владислава III, датованою 21 липня 1444 року, було дозволено заселяти «кметям, хліборобам та корчмарям» землі на березі річки Брюхівчанка. Саме назва річки й дала назву новому поселенню.

За даними всеукраїнського перепису населення 2001 року в селі мешкало 5385 осіб, у 2022 році – 6559 осіб.

2.2. Особливості рельєфу

Брюховичі знаходяться на стику Сянсько-Дністровської вододільної рівнини та Розточчя. Через південно-західну частину селища пролягає Головний європейський вододіл, що поділяє басейни рік Балтійського та Чорного морей.

Розточчя вузькою грядою проходить з півночі у північно-західному напрямку, різко понижуючись до Брюховицької долини, яка є складовою частиною Білогорсько-Мальчицької постгляціальної прохідної долини.

Різні види рельєфу зумовили велику різноманітність краєвидів, які милують око. Височини, що піднімаються над Брюховицькою долиною на 318-337 метрів, мають вигляд узгір'їв, порослих лісом.

Зі сходу до селища прилягає Брюховицький ліс, з півночі – лісовий заказник «Гряда». Глибоко в Розточчя врізається долина Голоско, дно якої покрито пісками, що простягаються до Брюховичів. У 1996 році за постановою уряду України було підтверджено статус курортно-рекреаційної цієї місцевості.

Через горбистий рельєф та легку структуру ґрунтів, у регіоні активно розвиваються процеси водної ерозії, що часто призводить до утворення глибоких балок.

У відкладах новоселицької світи підземні води мають спорадичне поширення. Вони приурочені до прошарків туфів, аргілітів та пісковиків в зонах тектонічної тріщинуватості.

2.3. Кліматична характеристика району

Брюховичі розташовані за 10 км від центру Львова, тому їхній клімат є помірно-континентальним, характерним для всього регіону. Оточення селища сосновими лісами створює унікальний, м'який та цілющий мікроклімат, завдяки якому Брюховичі офіційно мають статус кліматичного курорту.

Літо помірне, тепле та комфортне. Середня температура вдень коливається в межах від +21°C до +24°C. Зима відносно м'яка, сніжна, але часто вітряна. Середні температури коливаються в межах -4°C...-6°C, а екстремальні морози нижче -16°C трапляються рідко. Весна та осінь – перехідні періоди, яким притаманна помірна вологість і поступове коливання температур, що створює чудові умови для відпочинку на природі.

Через те, що селище розташоване в долині, оточеній лісистими пагорбами, тут майже відсутні сильні постійні вітри, а добові коливання температури є незначними.

Селище є відомим кліматичним курортом, який завдяки географічному розташуванню на Головному європейському вододілі в масиві Розточчя має унікальні природні переваги, зокрема, лікувальні хвойні ліси: повітря тут насичене фітонцидами та ароматом соснових борів, що створює природний інгаляційний ефект. Завдяки піщаним ґрунтам і великій кількості хвойних дерев у повітрі немає пилу, вологість є помірною, а джерельна вода вирізняється високою якістю.

Радіоекологічний стан району є безпечними. На території району відсутні радіаційно небезпечні об'єкти та території з радіоактивним забрудненням внаслідок Чорнобильської катастрофи. Природний радіаційний фон знаходиться в межах 12-14 мкР/год.

2.4. Ґрунтовий покрив території

Ґрунтовий покрив Брюховичів сформувався на пагорбах Розточчя та характеризується переважанням піщаних і дерново-підзолистих ґрунтів. Через такий механічний склад ґрунти добре дреновані, але схильні до ерозійних процесів.

Основні типи ґрунтів у цій місцевості – піщані та супіщані ґрунти. Вони складають основу Брюховицького лісу. Вони легко пропускають вологу, але бідні на гумус.

Дерново-підзолисті ґрунти є типові для соснових та мішаних лісів регіону. Характеризуються підвищеною кислотністю та невеликим вмістом поживних речовин.

Сірі лісові ґрунти трапляються на підвищеннях з переважанням листяних порід дерев (дуб, бук, граб). Вони є більш родючими порівняно з піщаними.

2.5. Водні об'єкти району

Селище розташоване у зоні Розточчя, на Головному європейському вододілі. Одна з брюховицьких річок – Млинівка належить до басейну Балтійського, а інша – Брюхівчанка до басейну Чорного моря.

Млинівка у Брюховичах – це невеликий струмок, що поповнює водні горизонти регіону та належить до басейну річки Західний Буг (через притоку Яричівку або інші малі річки). Уздовж її русла та в самому селищі Брюховичі знаходиться низка ставків та рекреаційних зон. Однак, як і більшість малих водних об'єктів Львівської агломерації, Млинівка потребує контролю якості води та захисту від забруднень. Назва «Млинівка» вказує на те, що колись на цій річці функціонували водяні млини, які були типовими для історичної забудови Львівщини.

Брюхівчанка (або Брюховичанка) – річка (або струмок), яка й дала назву селищу Брюховичі. Річка бере початок у південно-східній частині селища Брюховичі неподалік від стику вулиць Львівської та Смолистої. Тече спершу

на північ, далі поступово повертає на північний схід. Між селами Малі Грибовичі та Воля-Гомулецька наповнює каскад ставків, з яких бере початок річка Яричівка (Яричівський канал). У межах селища Брюховичі на річці споруджено три стави, які є популярним місцем відпочинку місцевих мешканців та львів'ян. Нижче ставів річка стає забрудненою побутовими стоками, що потрапляють до неї з поближких домів та установ.

Річка є притокою Яричівки і належить до басейну Чорного моря (на відміну від річки Млинівки, що також протікає в Брюховичах і належить до басейну Балтики). На річці колись був розташований каскад ставків (зокрема, неподалік присілка Гамулець), але зараз екологічний стан річки та витоків часто обговорюється через вплив забудови.

2.6. Природні рослинні угруповання

До східних околиць селища Брюховичі і до сіл Воля-Гомулецька та Малі Грибовичі від місцевості Голоско простягається унікальний лісовий масив. Брюховицький ліс – лісовий масив в Україні, на території, підпорядкованій Львівській міській раді та (частково) в межах Яворівського району Львівської області. Загальна площа Брюховицького лісу – 3201 га (рис. 2.2). У ландшафтному плані Брюховицький ліс розташований на пагорбах Розточчя. Основу лісу становлять насадження сосни, бука, граба і дуба. Ґрунти переважно піщані, тому розвинуті ерозійні процеси. Через це ліс у багатьох місцях помережаний балками, деякі з яких досить великі. Наприклад, у північній частині лісу (біля села Воля-Гомулецька) є балка завдовжки понад 1 км і завглибшки понад 30 м.

Вершини: З'явленська гора (347 м), Лиса гора (380 м), Камінна гора (375 м), Круглий Горб (324 м).

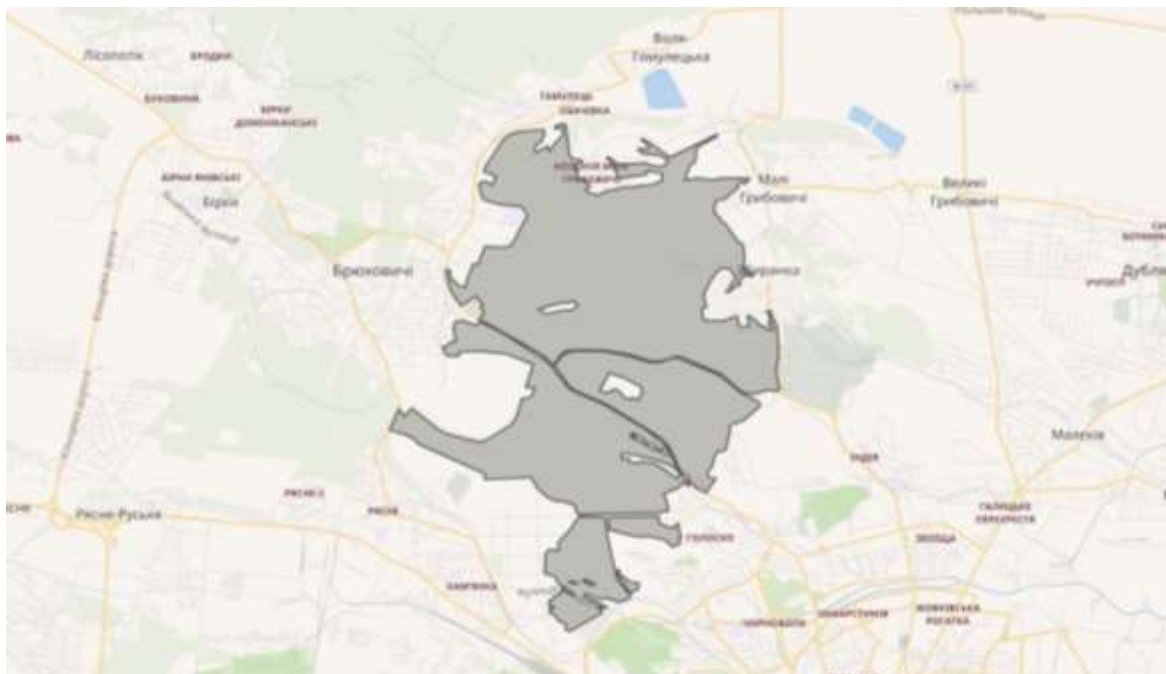


Рис. 2.2. Розміщення Брюховицького лісу

Існує проблема збереження Брюховицького лісу. Особливо активно нищаться лісові насадження новобудовами смт Брюховичів. Крім того, через близькість до великого міста в лісі нерідко з'являються стихійні смітники з побутовими та будівельними відходами. Тому є плани створити на основі лісу природоохоронну зону – Львівський регіональний ландшафтний парк.

Брюховицький ліс є місцем активного відпочинку львів'ян. Особливо він популярний серед любителів велосипедних прогулянок. У західній частині лісу розташований Брюховицький форт. Впритул до Брюховицького лісу примикає Голосківський та Брюховицький цвинтарі.

Також на території селища Брюховичі є історичний **парк імені Богдана Хмельницького** та два **об'єкти природно-заповідного фонду України**.

Природоохоронні об'єкти у селищі Брюховичі:

- ✓ Магнолія Кобус – об'єкт природно-заповідного фонду Львівської області, ботанічна пам'ятка природи місцевого значення.
- ✓ Парк лікарні № 7 Львівської міської ради (Брюховицький дендропарк) – парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва, розташований при вул. Івасюка, 74.

Сучасну територію *парку імені Богдана Хмельницького* в Брюховичах Львівської міської територіальної громади планували як паркову зону ще з XIX століття. Територія сучасного парку та його околиць історично планувалась як рекреаційно-курортна зона львівської агломерації, була штучно залісна більш ніж століття тому й сформована як парк. Його закладено в 1892 р. за планом відомого ландшафтного архітектора Арнольда Рерінга. Парк мав ромбоподібну форму площею 20 га. На сьогодні ця територія збереглася як парк лише у північній частині початкового проєкту. У 1956 р. тут було споруджено пам'ятник Богдану Хмельницькому, відреставрований у 2017 р.

Після приєднання Брюхович до Львівської громади у 2021 році парк активно інвестується: прокладають нові пішохідні алеї, встановлюють сучасні лавки та урни. Місто також ініціювало надання парку статусу об'єкта природно-заповідного фонду, щоб забезпечити його охорону та збереження екологічного балансу. Сучасний парк є продовженням попереднього історичного екологічного планування паркової зони околиць Львова та відповідає рекреаційному та курортному призначенню зелених зон селища.

Територія парку імені Богдана Хмельницького розташована на розмежуванні між грабово-буковими та сосновими пралісами, переважно тут зростають такі дерева: граб звичайний, в'яз шорсткий, ясен звичайний, клен гостролистий, сосна звичайна. Зараз на території парку збереглися вікові дерева, зокрема, орієнтовно 20 дерев бука лісового і дуба віком понад сто років. Ці дерева залишились від часу закладення парку і становлять не тільки естетичну, а й значну історико-культурну та природоохоронну цінність. Вони повинні стати основою оновлених дендрологічних паркових композицій.

Поблизу пам'ятника Богдану Хмельницькому створена композиція переважно із хвойних рослин. Увагу привертають рядові посадки кількох сортів туї західної, кипарисовики Лавсона та горіхоплідний, а також карликові форми ялівців. З трав'яних рослин у парку зростають пахісандра

верхівкова, ряст щільний, анемона дібровна, жіноча та чоловіча папороті, суниця лісова, малина звичайна та ожина сиза.

Зручне розташування парку в центрі селища Брюховичі і, водночас, вигідне транспортне сполучення зі Львовом, гарантує привабливість зеленої зони як для місцевих жителів і львів'ян, так і для гостей міста. Між станціями Львова та Брюховичів курсує ретро-потяг, паротяг з двома вагонами. Ця туристична атракція організовується Львівською залізницею під час зимових свят. Також парк перетинають два велосипедні маршрути.

2.7. Екологічний стан довкілля селища Брюховичі

У селищі працює декілька виробничих підприємств, переважно приватної форм власності, що спеціалізуються в галузях:

- ✓ деревообробки –ТДВ «Брюховицький ДОК», ТзОВ «Тесля».
- ✓ виробництво вакуумної упаковки для продуктів харчування — ВП ТзОВ «Технопак».
- ✓ розсадник декоративних рослин «Гамулець» (вул. Під Горою, 7), заснований у 2016 році. Основні види рослин — хвойні, а саме колоноподібні туї смарагд, холмструп, конусоподібні санкіст, корнік тощо. Багато видів кулястих туй, понад 14 сортів ялівців, різні види азалій, рододендронів, бордюрних листяних, барбарисів тощо.

До 2006 року в Брюховицькому лісі дислокувався потужний 146 командно-розвідувальний центр штабу Прикарпатського військового округу (в/ч 31996, А1590), 30-й окремий батальйон РХБЗ (радіаційного, хімічного і бактеріологічного захисту) 24-ї «залізної» механізованої дивізії 13-ї армії Прикарпатського військового округу (нині – Оперативне командування «Захід»). 25 грудня 2008 року було вивезено останні боєприпаси з 731-го артилерійського складу озброєння і боєприпасів (в/ч А3870) (військове містечко № 160), де зберігалось понад 70 тис. тонн боєприпасів. Тепер на цій земельній ділянці загальною площею 141,1 га планують збудувати дитячий

парк розваг. Виконавчий комітет Львівської міської ради на засіданні 2 квітня 2021 року ухвалив рішення провести архітектурний конкурс, щоб визначити майбутній вигляд цієї ділянки. Тут пропонується облаштувати парк розваг для дітей, простори для сімейного відпочинку та спортивні об'єкти. Щоб реалізувати план з розбудови цієї території під парк розваг, міська рада планує отримати землю у комунальну власність.

За часів СРСР на території селища працювало 13 санаторіїв, профілакторіїв та баз відпочинку, розрахованих на 2800 відпочивальників, нині діє лише два подібних заклади — санаторій «Львів» (вул. Курортна) та реколекційно-відпочинковий центр «Світлиця» (вул. Широка, 4), а також дитячий оздоровчий табір «Супутник» від Львівської залізниці (вул. Львівська, 92). Санаторій «Львів» проданий у 2020 році ТОВ «Компанія «Аста». Окрім санаторіїв в Брюховичах розташована 7-ма львівська міська кардіологічна лікарня, в якій працюють відділення реабілітації хворих інфарктом міокарда (вул. Івасюка, 74); доросле поліклінічне відділення та жіноча консультація (вул. Ягідна, 8) та дитяче поліклінічне відділення (вул. Івасюка, 40).

При в'їзді у Брюховичі на схилах пагорбів збереглися фортифікації часів Першої Світової Війни. 29 квітня 1919 року у битві між польськими військами та Українською Галицькою Армією брюховицький форт впав останнім, після чого війну за Львів завершили.

Селище Брюховичі — одне з найкращих місць відпочинку біля Львова, яке завжди вважалось «зеленими легенями» Львова (навіть на його гербі зображені три ялинки). У наш час Брюховичі — розвинена рекреаційна зона, тут є санаторії, готелі та ресторани, спортивні майданчики, тенісні корти, 2 озера з пляжною інфраструктурою і, найголовніше, чисте повітря, насичене запахом хвойного лісу.

У селищі розташовані філія Академії державного управління, лісове господарство, пульмонологічне та кардіологічне відділення Залізничної

лікарні, римо-католицька духовна семінарія, всеукраїнський Адміністративний центр Свідків Єгови, Музей модерної скульптури М. Дзиндри і астрономічна обсерваторія, яка заснована ще в 1771 р. і є першою на території України та однією з найдавніших у Європі. При в'їзді до селища зі сторони Львова (з вул. Замарстинівської) серед лісу на схилах над цвинтарем можна побачити мальовничі скелі та залишки австрійського форту часів Першої світової війни. За місцевими переказами, на вершині пагорба З'явленська гора (372 м н. р. м.) було колись язичницьке капище.

У Брюховичах за радянських часів розташовувався санаторій-профілакторій «Сосновий бір», що належав львівському заводу телеграфної апаратури. Від 1994 року тут містилася Львівська обласна комунальна лікарня відновного лікування (вул. Лікарська, 8) та ортопедичне відділення (вул. Нова, 1) Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «Охматдит», а також військовий шпиталь (вул. Незалежності України, 31).

Станом на 26 лютого 2016 року в Брюховичах зареєстровано 7 готельних комплексів, зокрема, найвідоміші з них – це готельні комплекси «Колиба» та «Валентина». Також в селищі працює музей модерної скульптури Михайла Дзиндри та заміська станція спостережень астрономічної обсерваторії Львівського національного університету імені І. Франка.

Кожне родовище представляє собою частину складного природного комплексу, в межах якого всі природні компоненти – клімат, води, ґрунти та ін. утворюють складну систему, кожен з елементів якої пов'язаний з іншим. В зв'язку з цим, в плані охорони, родовище необхідно розглядати як неподільний цільний природний комплекс, порушення одної зі складових якого призведе до руйнування родовища.

РОЗДІЛ III. ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ СВЕРДЛОВИН ТЕРМАЛЬНИХ ВОД У БРЮХОВИЧАХ

3.1. Історія вивчення свердловин поблизу Львова

В 1956 р в околицях Львова. розпочалися пошуки термальних мінеральних вод. Ці роботи проводились за заявкою обкому профспілок працівників сільського господарства. Передумовою робіт було детальне вивчення та аналіз матеріалів геологічного картування району, в тому числі і глибинного.

У 1969 р. була виконана комплексна геологічна та гідрогеологічна зйомка. В процесі робіт проведена маршрутна зйомка, картувальне та структурно-профільне буріння, переінтерпретація матеріалів крупномасштабних геофізичних карт та ін. Складений комплект крупно масштабних карт, виконана прогнозна оцінка території на окремі види твердих корисних копалин.

Гідрогеологічне картування супроводжувалось бурінням і відкачками свердловин, відбором проб води на гідрохімічні і спектральні аналізи. Виділені 16 водоносних горизонтів і комплексів (в межах 5-ти листів масштабу 1:50 000), складена серія гідрогеологічних карт різного призначення. Проведений збір, опрацювання і систематизація матеріалів за гідрогеологічними умовами, складені карти-зрізи поверхонь температури, геотермічних градієнтів для відкладів сармату та баденію, виконані розрахунки теплових потоків для склеписто-брилового підняття, описані термальні і субтермальні води району.

В 1971–1975 р.р. на цій площі проведено великомасштабне глибинне геологічне картування. Результатом цих робіт було складання відкорегованої геологічної карти дочетвертинної поверхні рудного поля. На картах знайшли своє відображення лінійні, кільцеві і радіально розривні порушення різних порядків, а також плікативні структури. Складені карти були на той час

найбільш представницьким матеріалом для обґрунтування пошуково-розвідувальних робіт на термальні води.

В процесі пошукових робіт 1976-1979 р.р. в районі санаторію «Львів» пробурені дві свердловини: пошукова глибиною 1190 м, та нагнітальна глибиною 901 м.

В свердловинах випробувані інтервали відповідно 800-860 та 575-901 м, складені вулканогенно-осадовими породами сарматського ярусу та баденію. Витрати свердловин – 4,43 л/с при пониженні 13 м та 12,3 л/с при пониженні 13,82 м. Температура води на гирлі дорівнює 51-50,3 °С. За хімічним складом вода відноситься до хлоридних натрієвих з мінералізацією 28,4 г/дм³.

Українським НДІМРiК розроблена попередня бальнеологічна оцінка термальних мінеральних вод і в той же час в Інституті технічної теплофізики НАН України проведені розрахунки щодо використання геотермальної енергії на ділянці.

За результатами фізико-хімічних досліджень Одеського науково-дослідного інституту культурології та медичної реабілітації (1989 р.) вода є бромна сірководнева сульфатно-хлоридна натрієва з високою мінералізацією. У мінеральній воді свердловини виявлено вміст біологічно активного компонента бром у концентрації, яка перевищує бальнеологічну норму (29,84 мг/дм при нормі 25,0 бальнеологічної мг/дм), таким чином вода є бромною. У воді також виявлено значний вміст цінного в бальнеологічному відношенні сірководню (33,19 мг/дм³). Мінімальними концентраціями цього компонента для віднесення вод до сірководневих лікувальних є 10 мг/дм³. Тобто за сукупністю цих показників вода є унікальною.

Можлива продуктивність свердловини – 276 кубометрів на добу.

У 1991 р. свердловини у Брюховищах були законсервовані й більше не використовувались.

У 2025 році право користування ділянкою з мінеральними свердловинами на відкритому аукціоні здобула компанія «Термал Парк».

Засновником товариства є «Інвестиційний фонд «Магістрат Інвест», власниками якого є Василь Денека і Володимир Феник.

На цій території планується облаштування повноцінного курортного, бальнеологічного комплексу.

Після проведення повного комплексу робіт відповідно до «Порядку здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів, визначення методів їх використання», мінеральна вода свердловини має велику перспективу використання для зовнішнього застосування при бальнеологічному лікуванні, а також і для внутрішнього застосування після її розбавлення прісною водою. До речі, подібні термальні води використовуються в басейнах на курортах Італії, Німеччини (відомий курорт Baden-Baden) Австрії, Угорщини, Франції.

3.2 Лікувальні властивості термальних вод

Термальна вода, знайдена в Брюховичах, особливо лікувальна для людей, які ведуть малорухливий спосіб життя (офісні працівники), або дуже рухливий спосіб життя, наприклад, спортсмени. Термальна вода має більшу мінералізацію – 28,4 г/дм³, ніж у Косино – 8-10 г/дм³.

Вміст санітарно-хімічних показників, нормативних компонентів і з'єднань у воді не перевищує граничної допустимої концентрації для мінеральних лікувальних вод.

Термальна вода Брюховицького джерела може давати загально-оздоровчий ефект на організм, наповнюючи його необхідними для нормального функціонування речовинами та мікроелементами:

- залізом, яке міститься в червоних кров'яних тільцях і переносить кисень до клітин;
- кальцієм, який виступає основним будівельним матеріалом кісток;
- калієм і натрієм, необхідними для скорочення м'язів, в тому числі серцевого м'яза;

- цинком, який потрібен для синтезу вітаміну Е в організмі, а значить, впливає на стан шкіри, волосся, нігтів; відповідає за чоловічу статеву функцію;
- хлором, який відповідає за нормальну діяльність нервової системи;
- селеном, який використовується для утворення гормонів щитовидної залози;
- хромом, необхідним для регуляції вуглеводного обміну, нормалізації рівня цукру в крові;
- міддю, яка є бактерицидним елементом і зупиняє запальні процеси в організмі;
- ванадієм, який уповільнює синтез холестерину в організмі;
- магнієм, що необхідний для синтезу білків, важливий в роботі нервової і серцево-судинної системи; сприяє виведенню з організму холестерину.

У недалекому майбутньому Львівщина стане така ж популярна серед туристів і відпочивальників, як і Karlovy Vary у Чехії, куди приїжджають люди із цілого світу оздоровитись, відпочити й оглянути цікаві місця.

3.3. Соціальний аспект запровадження оздоровчого комплексу в Брюховичах

Діяльність оздоровчо-рекреаційного комплексу «в Брюховичах» носить позитивний аспект у розвиток як самого селище, так і цілого Львівського регіону. Діяльність його матиме вагомий внесок у розвиток як регіональної економіки, так і економіки України в цілому, а також сприяє створенню робочих місць для населення.

Найбільш важливим із соціально-економічних факторів є оздоровлення населення, можливість поповнення місцевого бюджету від сплати рентної плати за користування надрами та покращення загальної соціально-економічної ситуації в районі, забезпечення зайнятості місцевого населення та працівників. Свідченням цього є те, що ситуація на ринку праці області в

останній період характеризується скороченням обсягів зареєстрованого безробіття та зростанням попиту на робочу силу. Така ситуація посилюється також і через те, що зменшується міграція населення за кордон у пошуках робочих місць.

Функціонування водозабору суттєво покращує соціальні умови в с. Брюховичах. На водозаборі а також на лікувально-оздоровчому закладі працюватимуть мешканці навколишніх територій, де в теперішніх економічних умовах існує проблема зайнятості населення, тому функціонування такого підприємства, де працюють місцеві мешканці тільки покращує стан соціальних умов у навколишніх населених пунктах і сприяє формуванню позитивної громадської думки щодо геологорозвідувальних робіт і продовження експлуатації.

На даний час туризм є однією з високодохідних галузей світової економіки, яка найдинамічніше розвивається та виступає в числі найважливіших чинників соціальнокультурного розвитку, що сприяють підвищенню рівня і якості життя населення. Забезпечення зростаючої ролі туризму на соціально-економічні умови функціонування Львівської області вимагає вирішення низки конкретних завдань, серед яких першочерговими є: оцінка ресурсної забезпеченості і туристичних можливостей регіону, виявлення унікальних об'єктів туристського інтересу, визначення напрямів розвитку ресурсної бази для досягнення бажаного соціально-економічного результату, тобто завдань, які пов'язані з управлінням туристичними ресурсами.

РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИДОБУТКУ ТЕРМАЛЬНИХ ВОД НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ

4.1. Характеристика ділянки свердловин у Брюховичах

Право власності на ділянку з мінеральними свердловинами у Брюховичах має компанія «Термал Парк».

Площа земельної ділянки складає 6,1 га. На схід на відстані 150 м знаходиться оздоровчий центр «Львів». Навкола суміжні території зайняті приватними ділянками. На північ та північний схід розташовується невелике соснове насадження (рис. 3.1). Всі суміжні території в санітарному відношенні в доброму стані.

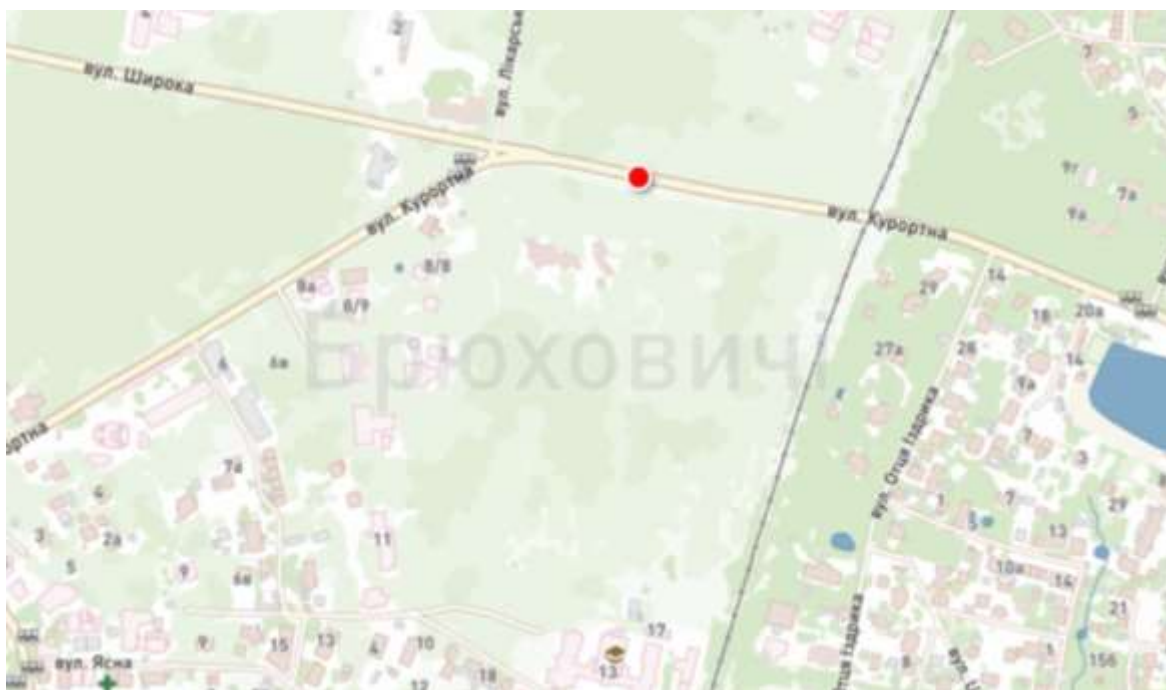


Рис. 3.1. Розміщення свердловин термальних вод

В межах ділянки та прилеглих до неї територій, відсутні будь-які об'єкти, що можуть бути потенційним джерелом забруднення підземних вод (скотомогильники, сміттєзвалища, склади отрутохімікатів, тощо). Також в межах ділянки відсутні будь-які прояви негативних геологічних процесів.

Санітарний стан в межах відчуженої ділянки під свердловини є задовільним – поверхня вирівняна, спланована та засіяна травами; облаштоване надійне дренування поверхневих вод за межі ділянки, що унеможливорює процеси заболочення, замулення та підтоплення свердловини.

4.2. Характеристика захисної зони ділянки свердловин

Для збереження природного складу і якості підземних вод підлягає захисту від забруднення вся область живлення і площа поширення водоносних горизонтів, що експлуатуються. Але першочергова і найбільш сувора охорона необхідна безпосередньо на ділянках використання підземних вод, тому що забруднення поблизу водозаборів може швидко вплинути на якість води, що експлуатується, порушити умови видобутку підземних вод і викликати інші небажані наслідки. Тому навколо водозаборів (свердловини) створюється зона санітарної охорони (ЗСО), в якій здійснюються спеціальні заходи, що виключають можливість попадання забруднень у водозабір і водоносний горизонт.

Правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів регламентовано постановою Кабінету Міністрів України від 18.12.1998 р. № 2024, «Положенням про порядок проектування та експлуатації зон санітарної охорони джерел водопостачання та водопроводу господарсько-питного призначення» від 18.12.1982 р. № 2640-82. Межі зони санітарної охорони встановлюються в результат вивчення і аналізу геолого-гідрогеологічних умов району, кліматичного режиму, діяльності народногосподарських об'єктів, що знаходяться на території округів, таким чином, щоб повністю виключити небезпеку забруднення або псування всієї сукупності природних компонентів.

Округ санітарної охорони поділяється на три зони: перша зона – суворого режиму; друга – обмежень; третя – спостережень. Розміри першого поясу (внутрішнього поясу), як правило стандартні. Вони регламентуються

ДБН В.2.5-74:2013, згідно якого, для захищених водоносних горизонтів, границі першого поясу проводяться на відстані 30 м від експлуатаційної свердловини. Ця територія повинна бути відчужена і обнесена суцільною огорожею. Територія поясу повинна бути озеленена шляхом висівів багаторічних трав. Розміри зовнішніх другого (400-добового) та третього (27-річного) поясів розраховуються аналітичним та графоаналітичним методами або в разі недостатнього обсягу даних визначаються виходячи із загальної геолого-гідрогеологічної будови території з врахуванням аналогів. Необхідно визначити положення границь, від яких фільтруючі в товщі гірських порід підземні води можуть досягнути водозабірних свердловин за 400 та 104 діб (27 років).

Для водозабірних споруд, розташованих на території об'єкта, на якій не можливе забруднення ґрунту та підземних вод, а також для водозабірних споруд, розташованих в сприятливих санітарних, топографічних та гідрогеологічних умовах, розмір першої зони ЗСО допускається зменшувати (ДБН В.2.5-74:2013, розділ 15, пункт 15.2.1.1). Для свердловини № 16-П всі вище наведені умови виконуються.

Отже, за контур першого поясу ЗСО свердловин у Брюховичах приймається квадрат зі стороною 30 м, із свердловинами у центрі квадрату.

4.3. Аналіз ймовірного впливу видобутку термальних вод на компоненти природи

Ми проаналізували можливі екологічні впливи на природне середовище бальнеологічного курорту, який будується у Брюховичах.

Процес експлуатації запасів теплоенергетичних мінеральних підземних вод родовища не є діяльністю, що має значні виділення тепла, вологи, газів, які створюють парниковий ефект та інших речовин, викиди яких можуть вплинути на клімат і мікроклімат в прилеглій місцевості. В таких випадках у процесі видобутку підземних вод викиди забруднюючих речовин в

атмосферне повітря не здійснюються. Так як води родовища сульфатно-хлоридні, натрієві, то разом із парою на поверхню можуть виділятися розчинені в глибинних водах газу: сірководень (H_2S), діоксид вуглецю (CO_2), метан (CH_4), аміак (NH_3) та радон. Викиди сірководню спричиняють різкий запах «тухлих яєць», що може знижувати якість повітря поблизу курортів.

Викиди нагрітої пари та тепла в атмосферу можуть локально змінювати мікроклімат і пригнічувати рослинність. Але на сучасних курортах запроваджують закриті цикли використання. Вода після забору тепла не випаровується у повітря, а охолоджується в теплообмінниках і повністю закачується назад у підземний водоносний горизонт. Це гарантує, що шкідливі газу не потрапляють в атмосферу.

В зону безпосереднього впливу експлуатації водозабору із об'єктів техногенного середовища потрапляє лише дорога (вулиця Курортна), яка проходить повз водозабір і слугує під'їздом шляхом до свердловин. Приватна та громадська територія віддалені від водозабору територією понад 150 м, тому якогось суттєвого впливу на ці об'єкти родовища не спостерігається.

На геологічне середовище буде можливий вплив через виснаження запасів підземних вод: Неконтрольований інтенсивний відбір знижує динамічний тиск у водоносному горизонті, що може призвести до зникнення дебіту в сусідніх свердловинах. Інтенсивне відкачування води призводить до ущільнення водоносних порід та подальшого просідання земної поверхні (особливо на великих родовищах). Зниження рівня води здатне порушити гідрологічний баланс сусідніх поверхневих водойм (річок, озер) та водно-болотних угідь.

Можливі негативні наслідки скиду зворотних (використаних) вод. Термальні води відзначаються високою мінералізацією, аномально високою температурою та часто містять важкі метали, сірководень, солі, феноли або радіоактивні елементи. Прямий скид гарячих вод (навіть після охолодження)

у річки чи озера руйнує природні екосистеми, викликає «цвітіння» води та знищує чутливі види біоти. Високий вміст солей робить зворотні води надзвичайно токсичними. Скид у ґрунт або поверхневі водойми призводить до деградації ґрунтів (вторинного засолення), забруднення питних водоносних горизонтів та загибелі флори і фауни. Для мінімізації негативного впливу можна використати зворотне закачування (реінжекція), коли відпрацьовану воду через спеціальні нагнітальні свердловини повертають назад у пласт. Це підтримує тиск і запобігає виснаженню родовища. Можливе будівництво очисних споруд для використання систем глибокого доочищення зворотних вод, оскільки прямий скид у водні об'єкти можливий лише за умови відсутності гострої летальної токсичності та за наявності дозволів. Можливо застосувати замкнений цикл, при якому охолодження та повторне використання термальної води для потреб теплопостачання або каскадного використання. Загалом для розробки проєктів з відбору та скиду вод підприємства в Україні зобов'язані розробляти спеціальні документи, отримувати дозвіл на користування надрами, спецводокористування та дотримуватися нормативів гранично допустимого скиду (ГДС).

Забір термальної води зі свердловини буде здійснюватися за допомогою електро занурювального насосу, вода відповідної якості водопровідними трубами надходить до споживачів, тому вплив буде незначний від вібрації насосного обладнання. На водозаборі дві свердловини, з яких буде здійснюватися примусовий забір підземних вод з використанням електронасосів. Працюють насоси такого типу з малим шумом і без значних вібрацій. Включення-відключення свердловин відбуватиметься в автоматичному режимі, радіус впливу вібрації від регулярного включення та виключення насосів при експлуатації свердловин незначний.

Просторовий масштаб негативного впливу на надра від вібрацій оцінюється як точковий, часовий масштаб відповідає постійному,

інтенсивність слабка. Фізична присутність в товщі порід обсадних труб та матеріалів цементування свердловин може негативно впливати на надра, однак маса обладнання, що залишене в надрах, незначна у порівнянні з масивами гірських порід геологічних пластів.

Просторовий масштаб негативного впливу фізичної присутності на надра оцінюється як точковий, часовий масштаб як постійний, інтенсивність помірною.

Експлуатація запасів мінеральних вод та розробка родовища не призведе до негативної зміни водно-фізичних та інших властивостей ґрунтів. Опосередковано зниження рівня підземних вод в межах водозабору внаслідок її видобування зменшує вологість ґрунтів, знижує їх оглеєність і поліпшує водно-повітряні та фізико-хімічні властивості ґрунтів, що в свою чергу позитивно впливає на рослинний покрив.

Вплив на рослинний та тваринний світ під час експлуатації запасів теплоенергетичних мінеральних вод не спостерігатиметься. На майданчику розміщення свердловин відсутні цінні види рослин та не трапляються рідкісні види тварин і птахів. На відстані 4-х км розміщується масив Брюховицького лісу.

Шумового, світлового, теплового, радіаційного забруднення, а також електромагнітного випромінювання при експлуатації свердловин не виникає. Все обладнання буде встановлене на водозаборах заводського типу з визначеними шумовими та вібраційними характеристиками відповідно до технічних паспортів.

Отже, видобування корисних копалин загальнодержавного значення (термальних підземних вод) родовища термальних підземних вод із свердловини у Брюховичах не призводить до значного негативного впливу на довкілля, ризику надзвичайних ситуацій не має.

Згідно з оцінкою ризиків для здоров'я людей та довкілля через можливість виникнення надзвичайних ситуацій, значного негативного

впливу від провадження планованої діяльності на довкілля, зумовленого вразливістю до ризиків надзвичайних ситуацій не спостерігається. Основними причинами виникнення аварійних ситуацій на території водозабору можуть бути порушення технологічної схеми розробки родовища, порив трубопроводів, механічні помилки обслуговуючого персоналу, порушення протипожежних правил і правил техніки безпеки. Можливі аварійні ситуації, що впливають на навколишнє природне середовище, можуть виникнути при експлуатації об'єкта у разі стихійного лиха. Основними заходами попередження можливих аварійних ситуацій є суворе виконання технологічної та виробничої дисципліни, виконання проектних рішень і оперативний контроль.

Отже, діяльність свердловин термальних вод не спричинить будь-якого небажаного забруднення довкілля, не викликатиме професійних захворювань і погіршення генотипу, не приносить значних збитків довкіллю чи інтересам місцевого населення. Навпаки, діяльність запланованого бальнеологічного комплексу сприятиме розвитку економічних і господарських зв'язків та підвищить, в певній мірі, здоров'я, матеріальне благополуччя та рівень життя населення Львівщини.

РОЗДІЛ V. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ МІНІ-ТЕС В БРЮХОВИЧАХ

5.1. Сучасні напрями розвитку геотермальної енергетики

Світові тенденція розвитку енергетики спрямована на збільшення частки відновлюваних джерел у виробництві електроенергії, що дозволить зменшити викиди CO₂ в атмосферу Землі і зменшити залежність від викопних видів палива, ресурс яких обмежений.

Світовий досвід освоєння геотермальних ресурсів свідчить про перспективність використання низькопотенційних геотермальних вод для виробництва електричної енергії. У цивілізованому світі цю дармову енергію давно використовують для виробництва електроенергії, обігріву житлових будинків, тепличного господарства.

Сьогодні 24 країн світу використовують геотермальні технології на практиці. Сумарна потужність діючих ГеоТЕС (теплових) і ГеоЕС (електричних) у світі становить близько 85 ГВт, з яких приблизно 15 % припадає на виробництво електрики, а решта — на виробництво теплової енергії.

Європейська рада з геотермальної енергетики прийняла перелік пріоритетів для досліджень та розробок у геотермальному секторі та стратегію досліджень в галузі геотермальної енергетики на 2008–2030 роки, згідно з якою основна увага в науководослідних роботах з виробництва електроенергії з геотермальних джерел має бути зосереджена на розробці технологій експлуатації геотермальних ресурсів, зокрема технологій генерації електроенергії з використанням низько температурних вод (<120 °C). Приміром, в Угорщині, так опалюють цілі міста. У столиці Ісландії Рейк'явіку термальне опалення комунальних тепломереж обслуговує 100 тисяч мешканців. А біля міста Гейдерс (США) на геотермальних водах діє одна з найпотужніших у світі електростанцій потужністю 1400 МВт.

Прикладом використання такої ж води є геотермальна станція Svartsengi Geo. Потужність – близько 80 Мвт, виробляє щомиті 500 літрів води температурою 90°C.



Рис. 5.1 Геотермальної станції Svartsengi Geo (Ісландія)

Наші сусіди угорці та поляки давно пішли «нетрадиційним» шляхом. Першу свердловину для вивчення гідрогеологічних і гідротермальних умов завглибшки 2,5 км у польському курортному містечку Закопане пробурили у 1980 р.. Через 13 років побудували теплостанцію, яка гріє 2 містечка — Закопане і Новий Тарг. Робочий підсумковий дебіт на самопливі з двох свердловин – 15000 м³ на добу при температурі 80 °С. За рахунок земних надр тепло у домівках має 50 тисяч чоловік.

Польські енергетики ринок споживання теплоенергії вивчали разом із датською компанією «Houe&OLSEN». Загальний кошторис проекту – 96,7 млн. доларів США Більш ніж половина коштів (64,9 млн) на втілення цього проекту надійшла з Міжнародного валютного фонду, ЄС, Світового банку, екологічних організацій тощо. Місцевими кредиторами виступили Польський національний фонд із екології, комерційні структури. Унаслідок

використання геотермальної енергії у цих двох містечках, польські теплопостачальники мають чистого прибутку близько 2,1 млн доларів.

5.2. Проекти використання термальних вод для виробництва електроенергії

Колосальні запаси геотермальних вод України, яких на Закарпатті понад півсотні родовищ, й досі не задіяні. Унікальні термальні родовища є і на Виноградівщині, Хустщині, Тячівщині, Ужгородщині, Іршавщині. Тільки на Берегівщині, за попередніми даними, сумарні розвідані запаси термальних вод, температура яких 45-65 °С, становлять близько 30-50 тисяч кубометрів на добу – це еквівалентно згорянню близько 100 тисячам тон умовного палива.

Отже, враховуючи світовий досвід, автори вважають, що незважаючи на потенційно малу потужність і низький ККД геотермальних електростанцій, які можна побудувати в Україні, дослідження в напрямку впровадження локальних бінарних геоТЕС, які проводяться в ІВЕ НАНУ України та інших організаціях, що мають справу з відновлюваними джерелами енергії, є перспективними і заслуговують на підтримку й практичну реалізацію.

Завдання по детальному створенню геотермального модуля та з оцінки експлуатаційних запасів виконуються на стадії експлуатаційної розвідки спеціалізованою геологічною організацією, що має ліцензію на відповідні види діяльності.

Згідно з даними ІВЕ НАНУ [2, 3], прогнозні ресурси геотермальної енергії в Україні на глибинах до 3 км складають $3,3 \cdot 10^{22}$ Дж або $1,12 \times 10^{12}$ т.у.п. На даний час, згідно з електронною базою геотермальних об'єктів, в Україні налічується близько 655 геотермальних об'єктів [4]. Розрахунки показують, що тепловий потенціал геотермальних родовищ, які були досліджені на підставі фактичних даних буріння, складає 9,4 млрд Гкал, або 67,7 млн т.у.п. на рік.

Можна виділити чотири найперспективніших регіони:

- Закарпатський внутрішній прогин;
- Прикарпатський передгірний прогин;
- Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн;
- Причорноморський артезіанський басейн.

Закарпатський внутрішній прогин містить в собі 38 геотермальних об'єктів. Температура термальних вод на глибині близько 450 м становить 35–40 °С. Якщо збільшити глибину до 1000–2000 м, то температура води коливається в діапазоні від 70 до 100 °С [5]. На глибинах 3–3,5 км спостерігається більш високий фон температур, які в районі Ужгорода досягають 160 °С.

Прикарпатський передгірний прогин має на своїй території в загальному 283 геотермальних об'єкти з яких 129 – на території Івано-Франківської області, 18 – у Львівській області й 16 – у Чернівецькій області. На глибині 1000 м температура термальних вод становить всього 45–50 °С, на глибині 2000 м температура досягає 60–70 °С [4].

Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн включає в себе 143 геотермальних родовища на території Полтавської області, 13 об'єктів – у Чернігівській області та 58 – у Харківській. На глибині від 1500 до 5000 м температура геотермальних об'єктів змінюється в межах від 60 до 110 °С.

Причорноморський артезіанський басейн має 59 родовищ в Херсонській області, 3 – в Одеській та 25 – на території АР Крим. Станом на сьогоднішній день використання термальних вод в Україні майже повністю обмежено бальнеологічними цілями на туристичних базах і оздоровчих комплексах Закарпаття (Берегове, Косино, Велятино та ін.) і Херсонщини (Щасливцеве, Облої).

Але пряме використання теплової енергії термальних вод обмежується відстанню до споживача, що не дозволяє використовувати всі існуючі свердловини. Тому доцільно розглянути можливість будівництва ГеоТЕС на

базі досліджених гідротермальних родовищ, сумарна потенційна потужність яких, за оцінкою [5], складає 2080 МВт.

Використання існуючих свердловин для виробництва електроенергії ускладнюється тим, що переважна більшість термальних вод, виявлених на території України належить до низькопотенційних (з температурою менше 150 °С). Виріток електроенергії з низькопотенційних геотермальних вод може бути реалізований за допомогою бінарних геоТЕС. Бінарні геоТЕС використовують вторинну робочу рідину (н-пентан, ізопентан, ізобутан, фреони), яка має низьку температуру кипіння та високий тиск пари при низьких температурах. Основні характеристики таких рідин наведені в табл. 5.1. В бінарній геоТЕС геотермальна рідина віддає тепло вторинній рідині через теплообмінники, в яких вторинна рідина нагрівається й випаровується; вироблена пара приводить в дію турбіну, потім охолоджується і конденсується. Шляхом вибору вторинної рідини, а також температури бінарні системи можуть бути спроектовані для використання геотермальних вод у діапазоні температур від 85 до 170 °С. Верхня межа залежить від термостабільності органічної бінарної рідини, а нижня межа – від технікоекономічних факторів.

Таблиця 5.1. Характеристики найпоширеніших робочих тіл для реалізації органічного циклу Ренкіна

Сполука	Хімічна формула	$T_{кр}$ °С	$P_{кр}$ кПа	$T_{кип}$ °С за н.у.
Ізобутан	C_4H_{10}	135,9	36,8	-11,7
н-Пентан	C_5H_{12}	196,6	33,7	36,04
Ізопентан	C_5H_{12}	187,39	34,1	27,8
R134a	CH_2F-CF_3	101,2	40,65	-26,3
R152a	CH_3CH-F_2	113,5	45,8	-25,0
R401A	R22/R152a/R124	108,0	46,04	-48,5
R407C	R32/125/R134a	86,7	46,19	-44,0

Дослідження показують, що чим вища критична температура рідини, тим вищий коефіцієнт корисної дії. Але низькопотенційна геотермальна вода

не завжди придатна для роботи з вторинними рідинами з високою критичною температурою. Для низькотемпературних геотермальних вод найбільш перспективними для виробництва електроенергії є низькокиплячі органічні рідини R143a та R154a. Підсумковий коефіцієнт корисної дії залежить від перепаду температур вхідної та скидної води й різниці температур органічного флюїда на вході та виході турбіни. З урахуванням витрат енергії на власні потреби ці перепади повинні мати оптимальне значення. При малих різницях температур кількість енергії, яка відбирається, незначна, а при великих значеннях збільшуються витрати на роботу охолоджувальних насосів, площа теплообмінника зростає, що робить процес економічно не вигідним.

Також нещодавно був розроблений новий цикл для бінарних рідин, який називається циклом Каліни і використовує як робочу рідину водно-аміачну суміш. Крім того, по циклу Каліни можуть працювати подвійні та потрійні суміші органічних низькокиплячих рідин.

На 2017 рік малі бінарні електростанції були найширше використовуваними типами геотермальних електростанцій і нараховували 162 енергоблоки, які виробляли 373 МВт потужності в 17 країнах. Вони склали 32 % усіх геотермальних електростанцій за кількістю, але лише 4 % загальної генерації потужності [7]. Це свідчить про те, що геотЕС на бінарному циклі мають малу потужність і можуть використовуватися як локальні джерела електроенергії. Останніми роками було проведено багато досліджень щодо спроб підвищити ефективність використання бінарних електростанцій; вони зосереджувались переважно на поєднанні робочої рідини та циклу рекуперації тепла. Ускладнюють вибір робочої рідини та циклу рекуперації тепла великі різниці температур, тиску та хімічного складу геотермального розсолу, а також розмір теплообмінних пристроїв (табл. 5.2).

Проте з 2015 до 2020 року загальна встановлена потужність геотермальних бінарних енергоблоків у 25 країнах світу збільшилася більш

ніж на 50 % [8] і досягла 1800 МВт електричної енергії [3].

Таблиця 5.2. Характеристики деяких бінарних електростанцій, що використовують низькотемпературні геотермальні ресурси

Місце розташування	T _{гео} (°C)	Цикл	Робоча рідина	Ел. потужність (кВт)	Споживання розсолу (кг/с)/МВт
Нігорікава, Японія	140	Ренкіна	R114	1000	50
Отаке, Японія	130	Ренкіна	Ізобутан	1000	14,7
Хусавік, Ісландія	124	Калини	NH ₃ -H ₂ O	1700	53
Нагчу, Китай	110	Ренкіна	Ізопентан	1000	69
Альтхайм, Австрія	106	Ренкіна	C ₅ F ₁₂	1000	86
Вабуска, США	104	Ренкіна	Ізопентан	1750	34,3
Чіна-Хот-Спрінгс, Аляска, США	74	Ренкіна	R134a	400	57,9
Кютахья-Сімав, Туреччина	145	Ренкіна з перегрівом	R124	2900	42

Аналіз табл. 2 показує, що за температурними характеристиками геотермальні джерела України придатні для виробництва електроенергії. Поки що порівняно висока вартість обмежує кількість бінарних установок для виробництва електроенергії з використанням геотермальних джерел.

Для опалювання і гарячого водопостачання житлових і виробничих будівель необхідна температура води не нижче 50-60 °С. Найбільш раціональне використання термальних вод може бути досягнуте при послідовній їх експлуатації: спочатку в опалюванні, а потім в гарячому водопостачанні. Але це представляє деякі труднощі, оскільки потреба в гарячій воді за часом року відносно постійна, тоді як опалювання є сезонним, воно залежить від кліматичних умов району, температури зовнішнього повітря, пори року і доби. В даний час розроблені різні схеми використання термальних вод для опалювання і гарячого водопостачання житлових і

промислових будівель. Так, наприклад, термальна вода на курорті «Нальчик» використовувалася лише в бальнеологічних цілях. Глибокі свердловини розкрили високотермальну воду і з'явилася можливість опалювати нею житлові і виробничі будівлі, теплично-парникові господарства. Для цього вода з температурою 78 °С зі свердловин поступає в теплообмінник типу «труба в трубі», який віддає частину тепла прісній воді. Потім прісна вода прямує по трубах в житлові і виробничі будівлі для гарячого водопостачання, технологічних потреб, в теплиці, де вирощують в рік два урожаї овочів. Охолоджена в теплообміннику до температури 37-38 °С термальна вода подається у ванни і душі бальнеолікарні.

Для оцінки можливих потужностей геотермальних електростанцій потрібно враховувати не тільки температуру, а й продуктивність свердловин, ступінь мінералізації та інші фактори, які ускладнюють їх експлуатацію. Більше того, як було показано, навіть якщо їх масове виробництво і розвиток технологій приведе до зниження виробничих і експлуатаційних витрат, геотермальні геотЕС на базі існуючих в Україні свердловин перспективні в основному для локальних мереж.

Разом з тим ще за радянської доби на Іршавщині під грифом «Цілком таємно» на базі місцевих термальних вод планували збудувати першу теплоелектростанцію. І це тоді, коли в Союзі проблемами енергоресурсів не переймалися.

У створенні пілотного проекту з використання геотермальної енергії для опалення в Берегові зацікавлена польська компанії «Геотермія Подгалянська», та ще одна датська. Бо закарпатське родовище набагато якісніше від польського – удвічі потужніший тепловий потенціал надр, аніж у Закопаному. У реалізації проекту неабияку роль відіграє й компактне розлягання Берегова на рівнинній місцевості, що суттєво знижує вартість реконструкції тепломереж. До того ж, в Закопаному «термалка» залягає на глибині 2,5-3 км, а в нас на 800-1300 метрів, що набагато вигідніше в

експлуатації. Берегівський проект, кошторисна вартість якого 8,9 млн. доларів, мав бути точнісінько такий, як польський. Реалізувати його повинна була вітчизняна акціонерна компанія з участю польської та данської сторін. Причому 30 відсотків фінансування лягало на вітчизняну, решта — на датську структуру.

Цей проект облдержадміністрація разом із іншими направила на затвердження до Інституту технічної теплофізики НАН України ще у 2002 р. Коли його реалізуватимуть, не змогли відповісти ні в Закарпатській геологорозвідувальній експедиції, ані в облдержадміністрації.

Загалом в Україні геотермальна електроенергетика може розвиватися за такими напрямками:

- Середні ГеоТЕС одиничною потужністю 10-20 МВт на базі родовищ з температурою понад 120 °С.
- Малі ГеоТЕС одиничною потужністю 0,05-5 МВт з температурою 90-120 °С.
- Комбіновані електростанції з використанням геотермальної енергії та органічних палив (вугілля, газ, торф, біомаса).
- Комбіновані енерготехнічні вузли для виробництва електрики, тепла та отримання цінних продуктів з геотермальних вод.

У 1996 році була розроблена Програма «Екологічно чиста геотермальна енергетика України» завдяки якій станом на 2004 р. в Україні введено дев'ять геотермальних установок загальною потужністю 10,6 МВт.

Отже, в Україні є приклади, де система опалення та гарячого водопостачання на основі свердловини на гарячі термальні води – це сучасне альтернативне опалення з 80% економією і з терміном експлуатації до 50 років.

5.3. Можливість створення геотермального модуля для міні-геоТЕС у Брюховичах

Загалом різні види геотермальних електростанцій виконують одну й ту ж основну функцію – вловлюють пару, що піднімається, або гарячу воду та використовують для живлення електричного генератора. Для створення геоТЕС є вимоги щодо використання водяної пари – температура води повинна бути понад 180 °С. Тому пропонуємо використати бінарний метод, адже для установок бінарного циклу підходить вода з нижчою температурою (в нашому випадку – 40 °С).

Цей метод з використанням геотермальних вод у поєднанні з допоміжною рідиною (наприклад, фреоном). Згідно з прогнозами, в майбутньому бінарні електростанції стануть найчастіше використовуваним типом ГеоТЕС. Це пов'язано з тим, що вони не виділяють ніяких викидів, крім водяної пари. А, наприклад, установки з «сухим паром» виділяють парникові гази. Звичайно, вони становлять лише восьму частину від викидів вугільних електростанцій, а втім це теж викиди. \

Міні- геотермальна електростанція матиме багато переваг:

- ✓ *Відносно екологічно чисті.* На відміну від вугільних електростанцій, на геотермальних використовується відновлюване джерело тепла, яке має постійний запас. Дослідження показали, що в галузі задіяні всього 6,5% від загального світового потенціалу, а це означає, що енергії вистачить ще на багато років. Крім того, кількість парникового газу від ГеоТЕС становить всього 5% від того, що виділяють вугільні електростанції.
- ✓ *Більша кількість енергії.* ГеоТЕС мають певну потужність – вони можуть вагомо допомогти в задоволенні попиту на енергію, який в Україні росте з кожним роком, особливо є зараз і це буде актуально у повоєнний час.
- ✓ *Стабільні ціни.* Звичайні електростанції залежать від палива, тому вартість виробленої ними електроенергії коливається, виходячи з

ринкової ціни на паливо. Оскільки ГеоТЕС не використовують паливо, то їм не потрібно враховувати його вартість, і вони можуть запропонувати своїм споживачам стабільні витрати на електроенергію.

- ✓ *Низькі експлуатаційні витрати.* Геотермальні установки вимагають мінімального обслуговування порівняно з традиційними електростанціями. В результаті вони надійні і дешеві в експлуатації.
- ✓ *Відновлюване і стійке джерело.* Геотермальна енергія ніколи не закінчиться, на відміну від невідновлюваних джерел енергії. Поки земля підтримує життя, геотермальна енергія буде існувати, ГеоТЕС будуть працювати.
- ✓ *Постійне енергопостачання.* На відміну від інших відновлюваних джерел енергії, геотермальна може забезпечувати постійне енергопостачання – 24 години на добу, 7 днів на тиждень, 365 днів на рік незалежно від зовнішніх факторів. Наприклад, сонячні батареї можуть виробляти електрику тільки протягом дня, а вітрові турбіни виробляють енергію лише при достатньому вітрі.

Також будуть і недоліки геотермальної електростанції:

- ✓ *Екологічна проблема.* Збитком для навколишнього середовища може стати високе споживання прісної води, що, в кінцевому результаті, призведе до її дефіциту. Рідини, які добуваються з землі в процесі буріння, містять велику кількість токсичних хімічних речовин (в тому числі миш'яку і ртуті), а також парникових газів (таких як сірководень, вуглекислий газ, метан, аміак і радон). Якщо вони неправильно утилізуються або обробляються, то можуть потрапити в атмосферу або просочитися в ґрунтові води і завдати шкоди довкіллю та здоров'ю людей.
- ✓ *Дороге будівництво.* ГеоТЕС вимагають значних інвестицій. Хоча вони мають низькі експлуатаційні витрати, вартість їх будівництва може бути набагато вищою, ніж вугільних, нафтових і газових електростанцій.

Значна частина цих витрат стосується розвідки і буріння геотермальних енергетичних ресурсів. Традиційні електростанції не потребують розвідки і/або буріння. Ще ГеоТЕС вимагають спеціально розроблених систем опалення та охолодження, а також іншого обладнання, здатного витримувати високі температури.

- ✓ *Можливе вичерпання.* Дослідження показують, що без ретельного управління геотермальні резервуари можуть вичерпатися. У таких випадках ГеоТЕС стануть непотрібними, поки резервуар не відновиться. Єдиний невичерпний варіант – це отримання геотермальної енергії прямо з магми, але дана технологія все ще перебуває в процесі розробки. Цей варіант вартий вкладень хоча б тому, що магма буде існувати мільярди років.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Свердловини термальних вод у Брюховищах були пробурені ще у 1956–1991 роках для потреб колишнього санаторію «Львів», але згодом були законсервовані. У 2025 році компанія «Термал Парк» здобула право власності і на цій території планує облаштування повноцінного курортного, бальнеологічного комплексу.

Під час аналізу ймовірного використання родовища ми визначили, що видобування підземних вод не призведе до негативного впливу на території ділянки водозабору та в межах родовища, з якого будуть видобуватися підземні води.

Основний вплив при експлуатації свердловин буде здійснюватися на геологічне середовище, що полягає у відборі підземних вод та скиду зворотних вод. Можливий вплив на довкілля лише в результаті нераціонального використання природних ресурсів, що може призвести до виснаження водоносних горизонтів. При видобуванні підземних вод можливе зниження рівня водоносного горизонту в межах водозабору, внаслідок чого зменшується випаровування з поверхні горизонту, що дещо зменшує вологість повітря в весняно-літні періоди року. Але при дотриманні технології експлуатації свердловини, а також природоохоронних заходів в межах ділянки свердловини, негативних явищ в підземній гідросфері та впливу на довкілля немає.

Під час експлуатації водозабору із родовища: вплив на клімат території – відсутній; вплив на повітряне середовище – відсутній; вплив на ґрунти – відсутній; вплив на рослинний та тваринний світ, заповідні об'єкти – відсутній; вплив на техногенне середовище – відсутній; вплив на соціальне середовище – позитивний.

Отже, відновлення діяльності свердловин термальних вод у Брюховищах є надзвичайно актуальним завданням. Відкриття бальнеологічно–готельного

комплексу в екологічно чистій місцевості – велика перспектива для міста Львова, яке ще більше зацікавлюватиме як туристів так і відпочивальників. Окрім того, частково вирішиться чи не найактуальніше нині питання працевлаштування. Освоєння термальної води і будівництво готелю, відпочинкової інфраструктури – популяризація королівського міста Львова з цінними історично–архітектурними пам’ятками, часткове вирішення соціально–економічних питань, перспектива бурхливого розвитку туристичної галузі району вцілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» URL: zakon.rada.gov.ua
2. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/228-96-п
3. Закон України «Про курорти» від 26. 05. URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12
4. Закон України «Про відходи» від 05,03,1998 № 187/98-ВР (із змінами 2017р,) URL: zakon.rada.gov.ua
5. Закон України «Про надра» URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12
6. Закон України «Про охорону земель» від 19,06,2003 № 962-IV (із змінами 2017р,) URL: zakon.rada.gov.ua
7. Закон України «Про рослинний світ» від 09,04,1999 № 591-XIV (із змінами 2017р,) URL: zakon.rada.gov.ua
8. Закон України «Про тваринний світ» від 13,12,2001 № 2894-III (із змінами 2017р,) URL: zakon.rada.gov.ua
9. Водний кодекс України URL: zakon.rada.gov.ua
10. Земельний кодекс України URL: zakon.rada.gov.ua
11. Кодекс України «Про надра» URL: zakon.rada.gov.ua
12. Аляб'єва В.В., Рудько Г.М. Медико-геоекологічний аналіз геологічного середовища в техногені як інструмент контролю здоров'я населення. // Геологічний журнал. - 2001. - № 4. - С. 85-92.
13. Бальнеологія Закарпаття. Джерела мінеральних вод – Все про Закарпаття. URL: [htt://all.zakarpattya.net](http://all.zakarpattya.net)
14. Банько В. Г. Будівлі, споруди, обладнання туристських комплексів та їх експлуатація: навч. посібник/ В. Г. Банько. – К: Центр інформаційних технологій, 2006. – 292 с.
15. Барило А.А. Аналіз гідрогеологічних і геотермічних характеристик

геотермальних об'єктів України / Відновлювана енергетика. 2020. № 1. С. 74–84.

16. Барило А.А., Морозов Ю.П. Оцінка енергетичного потенціалу окремих геотермальних родовищ України. Відновлювана енергетика. 2017. № 1. С 70–77.
17. Бейдик О. О. Світові рекреаційно – туристські ресурси/ О. О. Бейдик, Л. Л. Криницька// Український географічний журнал. – 2007. – №2. – 49 с.
18. Бикова Л. М. Курорти Закарпаття. К., «Здоров'я», 1985. – 80 с.
19. Бондарчук В. Г. Геологія України. — К., Вид-во АН УРСР, 1959.
20. Брюхівчанка. Wikipedia URL: <https://uk.wikipedia.org> › wiki ›
21. Брюховицький ліс. Wikipedia URL: <https://uk.wikipedia.org> › wiki ›
22. Брюховичі - Візіком карти URL: <https://maps.visicom.ua> › ...
23. Брюховичі. Wikipedia URL:<https://uk.wikipedia.org> › wiki ›
24. Габчак Н., Горбей С. Топ-10 термальних вод Закарпаття та їх лікувально-оздоровче значення. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації». Вип. 77. (26 листопада 2021 р.). Переяслав, 2021 р. С. 37–40.
25. Географія, економіка і туризм: національний та міжнародний досвід / Матеріали XIII Міжнародної наукової конференції. Львів, 27-29 вересня 2019 р URL: https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/09/13-economik_tur-materials2019.pdf
26. Геоекологічний аналіз гірничопромислових природно-техногенних систем Західної України та проблеми їх оптимізації. // Геоекологічні дослідження екосистем України: Зб. наук. пр. – К.: Манускрипт, 1996.
27. Гетьман В. І. Курортно – рекреаційні системи Українських Карпат // В. І. Гетьман УГЖ. – 1999. – № 3. – 37 с.
28. Гетьман В. І. Сучасний стан і перспективи розвитку курортної справи в Карпатському регіоні // Гори і люди (у контексті сталого розвитку).

- Матеріали міжнар. конф. (м. Рахів, 14 – 18 жовтня, 2002 р.) / В. І. Гетьман – Рахів, 2002. – 41с.
29. Гірничо-хімічна промисловість Львівщини. Історія. Сьогодення. Майбутнє. Екологія. – Львів : ВАТ "Гіхірпром", 2002. – 224 с.
30. Ґрунти Львівської області : колективна монографія / за ред. С. П. Позняка. Львів : ЛНУ Імені Івана Франка, 2020. – 424 с.
31. Гулич О. І. Екологічно збалансований розвиток курортно-оздоровчих територій та його концептуальні положення // Регіональна економіка / О.І. Гулич – 2004. – № 4. – 126 с.
32. Гудзь П. В Економічні проблеми розвитку курортно –рекреаційних територій / П. В. Гудзь– Донецьк, 2001. – 97 с.
33. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій»
34. ДБН В,2,5-74:2013 «Водопостачання, Зовнішні мережі та споруди, Основні положення проектування» від 08,04,2013 р, №133
35. Дмитрук О. Ю. Спортивно – оздоровчий туризм: навч. Посібник, 2–ге видання, перероблене та доповнене/ О. Ю. Дмитрук, Ю. В. Щур. – К: «Альтерпрес», 2008. – 280 с.
36. Драпушко Р.Г. Туристичний потенціал України: стан, проблеми та перспективи розвитку/ Р. Г. Драпушко. – К., 2007. – 152 с.
37. ДСанПіН 2,2 ,4-171,10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною» від 12,05,2010 р, № 400
38. ДСТУ Будівельна кліматологія від 16,12,2010 р, №511
39. Екологічний паспорт Львівської області (станом на 01.06.2022 р.) URL: http://www.ekology.lviv-ua/index.php?option=com-_content&task10.
40. Забудовник Глобус купив родовище термальних вод у Брюховичах. Zaxid.net URL:<https://zaxid.net> › Економіка
41. “Зелені легені Львова” — Брюховичі. lviv.media URL:<https://lviv.media> ›
42. Іванов Є. Геокадастрові дослідження гірничопромислових територій : Монографія / Євген Іванов. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана

Франка, 2009. – 372 с.

43. Копач М. В. Методичні підходи до оцінки рекреаційних територій. Економічний механізм природокористування і охорони навколишнього природного середовища в умовах переходу економіки України до ринкових відносин. /Тези доповідей республіканського семінару, м. Івано-Франківськ/ М. В. Копач. – Львів, 1992.-- 89с.
44. Копач М. В. Методичні підходи до оцінки рекреаційних територій. Економічний механізм природокористування і охорони навколишнього природного середовища в умовах переходу економіки України до ринкових відносин. /Тези доповідей республіканського семінару, м. Івано-Франківськ/ М. В. Копач. – Львів, 1992.– 89с.
45. Кравчук Я. С. Геоморфологія Передкарпаття, Львів: Меркатор, 1999, 188
46. Кузьменко Е.Д. Еколого-геофізичні дослідження в Західному регіоні URL: [https:// 3b7b5b76-4195-4ce9-835c-ddf58596fcdc/content](https://3b7b5b76-4195-4ce9-835c-ddf58596fcdc/content)
47. Лемко І. С., Киртич Л. П., Жарнікова Р. С., Фекийшгазі Б. М. Термальні мінеральні води Закарпаття. Медична гідрологія та реабілітація. 2003. Т. 1. № 2. С. 91–95.
48. Мінеральні води Закарпаття / Об'єднання ЗАКАРПАТКУРОРТ . URL: <http://zakarpatkurort.com>
49. Мінеральні води України Wikipedia URL:<https://uk.wikipedia.org> › wiki › Мінеральні_води_України
50. Морозов Ю.П. Сучасні напрями розвитку геотермальної енергетики / Ю. П. Морозов // Збірник наукових праць УкрДГРІ. 2016. № 2. С. 107–118.
51. Нечай І. В., Кириленко К.В. Аналіз можливості впровадження геоТЕС в Україні URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/3b7b5b76-4195>
52. Нікберг І.І., Сергета І.В., Цимбалюк Л.І. Гігієна з основами екології.
53. Положення про порядок проектування та експлуатації зон санітарної охорони джерел водопостачання та водопроводу господарсько-питного

призначення» від 18.12.1982 р. № 2640-82.

54. Порядок внесення відомостей про об'єм видобутих підземних вод водокористувачами до автоматизованої системи обліку видобутих підземних вод, Затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 23,03,2016 р, №110 та зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 07 квітня 2016 р, №№517/28647.
55. Порядок здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів, визначення методів їх використання» (затверджено МОЗ України наказом від 02.06.2003 р. за № 243)
56. Постанова Верховної Ради України «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» URL: www.kmu.gov.ua/kmu/control/uk/publish/article
57. Правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів», Постанова Кабінету Міністрів України від 18 грудня 1998 р., № 2024
58. Природа Львівської області / За ред. К.І. Геренчука. – Львів: Вища школа. Вид-во при Львів. ун-ті, 1972. – 151 с.
59. Природно-ресурсний потенціал Львівської області URL: [http: // _potencial_lvivskoi_oblasti. .html.](http://_potencial_lvivskoi_oblasti_.html)]
60. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів № 173 від 19,06,96 (із змінами 2009 р,))
61. Рекреаційна перлина біля Львова – Львів Zaxid.net <https://zaxid.net> › Блоги
62. Родовища термальних вод у Брюховичах - То є Львів.inlviv.in.ua URL:<https://inlviv.in.ua> › Новини › Економіка
63. Родовище термальних вод у Брюховичах URL:lvnews.org.ua <https://lvnews.org.ua> › post › view › rodovyshhe-terma...
64. Стан довкілля у Львівській області. Департамент екології та природних ресурсів URL: <https://deplv.gov.ua> › stan › infoglyad_III_2015

65. Стафійчук В. І. Рекреалогія. Навчальний посібник. / В. І. Стафійчук – К.: Альтерпрес, 2006. – 264 с.
66. Стратегія сталого розвитку Львівської області на 2018-2027 роки. URL: rada.gov.ua/Strateg.pdf
67. Теплі води Брюхович | NGL.media URL:<https://ngl.media> › Усі публікації
› Розслідування
68. Термальні води URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8
69. Фоменко Н. В. Рекреаційні ресурси та курортологія / Н. В. Фолменко. – Ів – Фр.: 2001. – 324 с.
70. Ханас У. Я. , Попик М. М. Термальні мінеральні води як одна з домінант туристично-рекреаційних ресурсів Закарпаття URL: <https://www.researchgate.net/publication/402121579>
71. Цимбала О. Термальні води Закарпаття як складова туристичного продукту (на прикладі турів компанії «Відвідай»). Вісник Київського національного університету культури і мистецтв. Серія: Туризм. 2020. Т. 3. Вип. 2. С. 185–19
72. Цись М. П. Геоморфологія УРСР / М. П. Цись. Львів : Львівський університет, 1962. 244 с.
73. Цись П, М, Геоморфологія УРСР, Львів, вид-во Львівського ун-ту, 1962. – 225 с.
74. Шейда Голбад Камбіз Про перспективи оздоровчого туризму в Україні URL:https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/09/13-economik_tur-materials2019.pdf
75. Шестопапов В.М. Перша українська класифікація мінеральних вод// В. М. Шестопапов Вода і водоочисні технології. – 2003. – №3(7). – 42 с.

Презентація

