

**Р. Гречаник¹, В. Мокрий², О. Мороз², І. Петрушка²,
І. Шемелинець¹, О. Чайка², О. Бобуш², Ю. Коверко³ (Львів, УКРАЇНА)**

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ПРОЕКТОВАНОГО СТЕБНИЦЬКОГО ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО ГЕОПАРКУ

¹*Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації,
79026, м. Львів, вул. Стрийська, 98, envir@mail.lviv.ua*

²*Інститут сталого розвитку ім. В. Чорновола, Національний університет «Львівська
політехніка», 79013 Львів, вул. С. Бандери, 12, istr.dept@lpnu.ua*

³*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
ім. С.З. Гжицького, 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 5, admin@lvvet.edu.ua*

Сталий розвиток Стебницького гірничопромислового району (ГПР) повною мірою відповідає меті Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року - забезпечення нагальних потреб у мінеральних ресурсах без ризику позбавлення майбутніх поколінь у забезпеченні їх потреб [1]. Триєдина концепція сталого розвитку базується на економічній, екологічній і соціальній складових. Для практичної реалізації стратегії сталого розвитку Стебницького ГПР доцільне проектування, створення і функціонування Стебницького природно-техногенного геопарку на основі вітчизняного [2, 3] і європейського [4] досвіду. Експертні оцінки стану довкілля свідчать про необхідність застосування інформаційно-аналітичних технологій в управлінні, моделюванні і проектуванні екологічної безпеки Стебницького ГПР.

Актуальність розроблення маркетингово-інформаційних напрямів сталого розвитку Стебницького ГПР обумовлена техногенною дестабілізацією геологічного середовища. Відповідно до Гірничого закону України [5], порушені під час розроблення корисних копалин території та об'єкти необхідно привести у стан, безпечний для людей і майна та придатний для господарського використання.

Мета полягає в інформаційному забезпеченні стратегії сталого розвитку трансформованих ландшафтів гірничих виробок калійних мінеральних добрив Стебницького ГПР, отриманні, обробці і зберіганні еколого-економічної інформації.

Завдання визначають взаємозв'язок семантичних даних про природно-техногенні об'єкти, екологічно небезпечні процеси і явища – карстові провали і зсуви ґрунту, властиві досліджуваній території.

Методи дослідження ґрунтуються на системному науково-обґрунтованому аналізі теоретичних досліджень, узагальненні та систематизації експериментальних даних, технологіях ландшафтного просторово-часового прогнозування екзогенних геологічних процесів і карстових явищ, засноване на обліку впливу на їхній розвиток природних і антропогенних чинників, геоінформаційних технологіях, програмних комплексах та інструментарію аналізу близькості геопросторових об'єктів.

Аналіз досліджень з екологічних проблем гірничих виробок калійних мінеральних добрив свідчить про наявність фундаментальної бази феноменології екологічної безпеки гірничодобувних районів України [6]. Авторами [7, 8] узагальнено чисельні, поглиблені і детальні, але фрагментарні та розрізнені результати

геоекологічних досліджень солевидобувних гірничопромислових комплексів Передкарпаття. Ландшафтознавчим, геологічним, географічним дослідженням впливу гірничої промисловості на довкілля присвячені роботи Гродзинського М.Д., Іванова Є.А., Ковальчука І.П. та ін. Проблемам забезпечення екологічної безпеки на стадії ліквідації рудників калійних родовищ присвячені роботи Семчука Я.М., Крижанівського Є.І. Кориня С.С. та ін. Питанням інженерного захисту соляних та сірчаних родовищ Передкарпаття присвячені роботи Рудька Г.І., Гайдина А.М., Зозулі І.І., Дяківа В.О. та ін. Інформаційне, програмне та математичне забезпечення оцінки карстопровальних і зсувних процесів, спричинених гірничими виробітками, висвітлені в роботах Адаменка Я.О., Чепурного І.В., Кузьменка Е.Д., Іваніка О.М. та ін.

Розглянуті роботи свідчать про необхідність комплексного підходу до охорони довкілля на соледобувних гірничопромислових комплексах, використання елементів уніфікації та адаптації технологій захисту природно-техногенного середовища, до реальних об'єктів. Логічним продовженням, приведених в наукових працях технологічних схем і технічних рішень моніторингу, стабілізації техногенезу та забезпечення екологічної безпеки, є розроблення концептуальних засад сталого розвитку Стебницького ГПР та їх впровадження, шляхом створення природно-техногенного геопарку. Мережа геопарків створена в 24 країнах і складається з 77 об'єктів. Підставою для створення європейських геопарків стала реалізація програми Міжнародного геологічного союзу та Європейської асоціації зі збереження геологічної спадщини щодо виділення геологічних місць міжнародного значення для основних регіонів Європи. Програма розвитку геопарків розроблена ЮНЕСКО у співпраці з Міжнародним союзом геологічних наук та урядовими інституціями і затверджена у березні 1999 р. на XXIX Генеральній конференції ЮНЕСКО. Згідно цієї програми передбачається щороку надавати цей міжнародний статус 20 територіям, які відповідають критеріям нової міжнародної категорії збереження геоспадщини. В червні 2004 р. під егідою ЮНЕСКО створено міжнародна мережа геопарків.

Статус Стебницького геопарку приверне увагу підприємців та громадськості до цінності природних ресурсів цього регіону, є необхідності збереження геологічної спадщини, актуальності збереження і відновлення природно-техногенних ландшафтів, рентабельності виробничих потужностей калійного виробництва, що в сукупності позитивно вплине на якість життя населення. Широкий спектр інвестиційних проєктів вказує на те, що геопарки стають не лише візитними картками екологічної безпеки держави і культовими об'єктами геотуризму, але й успішними бізнес-проєктами. Найбільш ефективним бізнес-проєктом є найвідвідуваніший геотуристичний об'єкт природно-техногенного походження «Копальня солі Велічка» (Польща).

Виклад основного матеріалу і обґрунтування отриманих результатів дослідження стосуються комплексного використання сучасних інформаційно-аналітичних методів і технологій для представлення екологічного, економічного і соціального базису сталого розвитку Стебницького ГПР. На сучасному етапі перспективу розвитку визначає екологічний фактор. Став очевидним вплив екологічних умов на розвиток усіх без винятку компонентів соціуму. Запобігання негативним наслідкам людської діяльності і проведення попереджувальних заходів для

створення безпеки населенню і навколишньому середовищу є одним із найважливіших завдань, що потребують серйозних організаційних і управлінських затрат.

Екологічна безпека Стебницького ГПР обумовлена негативним впливом гірничо-видобувної діяльності на довкілля [7, 8]. Потенційну небезпеку на території впливу підприємства створюють підземні гірничі виробки, що є осередками утворення карстів, а також хвостосховище. За час видобутку калійної руди відроблено кілька сотень камер, в результаті чого на двох рудниках утворено понад 30 млн.м³ пустот. Порожнини утворено на глибині від 90 до 370 м, їх довжина становить десятки кілометрів. Порожнини розділені міжкамерними перегородками. Проникнення в шахти води призводить до розмивання перегородок. Наслідком є просідання земної поверхні і активізація карстопровальних явищ з швидким розвитком та інтенсивністю прояву, значними площами поширення та глибиною, спостерігаються зсуви, обвали, осипи. В зоні впливу підземних порожнин розташовані житлові будинки міста Стебник, високовольтні ЛЕП, водоканалізаційні мережі міст Дрогобича та Трускавця, залізниця державного значення Київ-Трускавець, автомагістраль. Підземні виробки сягають II-III зони санітарної охорони курорту Трускавець. При руйнації відпрацьованих порожнин можуть виникати техногенні землетруси до 7 балів, що може викликати пошкодження будівель в містах Стебник, Трускавець та Дрогобич, руйнування хвостосховища.

Стебницьке хвостосховище призначене для нагромадження і зберігання величезної кількості відходів виробництва калійно-магнієвого концентрату. У хвостосховищі накопичено 11,2 млн м³ відходів у вигляді шламів – «хвостів», стійких тонкодисперсних суспензій. Основними їх компонентами є соляні розсоли, галітові та шламіві тверді відходи, які утворюються в результаті переробки калійної руди. Кількість відходів виробництва калійних солей на Стебницькому державному гірничо-хімічному підприємстві (ДГХП) "Полімінерал" досягла понад 25 млн. 478 тис. тон (з них 4 млн. 162 тис. тон становить рідка фаза).

Солевідвали та хвостосховища, що залишилися після розробки найбільших в Україні родовищ калійних солей, негативно впливають на стан природних вод. У населених пунктах, розташованих поблизу зазначених об'єктів, є проблема з забезпечення питною водою. Просочування ропи крізь днища, борти й основу дамби хвостосховищ та інфільтрація з солевідвалів призводить до засолення ґрунтів, зростання мінералізації поверхневих і підземних вод, суттєвого погіршення гірничо-геологічних умов, а саме – сприяє розвитку соляного карсту та просіданню денної поверхні над виробленим шахтним простором.

Для розробки конструктивних заходів забезпечення екологічної безпеки Стебницького ГПР доцільне розроблення системи моніторингу карстопровальних і зсувонебезпечних процесів. Пропонується автоматизована інформаційно-аналітична система моніторингу в складі:

1. Мережа вібраційно-сейсмічних датчиків реєстрації зсуву ґрунту;
2. Інформаційно-аналітична система аналізу даних і прогнозування геодинамічних процесів;
3. Система сигналізації, оперативного повідомлення і реагування.

Завданням системи моніторингу є отримання оперативної просторово-часової інформації про карстопровальні і зсувонебезпечні процеси для попередження надзвичайних ситуацій, оцінки масштабів і наслідків.

Використання геоінформаційних систем дозволяє оперативно прогнозувати розвиток ситуації, забезпечувати управління ризиком можливих надзвичайних ситуацій шляхом виконання функціональних задач: технологічно-геофізичні; інформаційно-аналітичні; оперативно-управлінські.

Економічним базисом сталого розвитку Стебницького ГПР є відродження калійної промисловості на базі ПАТ «Стебницьке ГХП «Полімінерал» для виробництва калійних добрив [9]. Розташування України на сполученні геосинкліналі з платформою, обумовило багатство різноманітних корисних копалин: сірки, кам'яної і калійної солей, вугілля, озокериту, нафти та газу, мінеральних вод тощо. Соляний промисел Стебника відомий з давніх-давен. В минулому столітті на Львівщині функціонували потужні підприємства гірничо-хімічної промисловості. Однак застосування застарілих технологій у нових економічних умовах, а також зростання екологічних обмежень, призвели до нерентабельності підприємств.

Строкатість хімічного і мінерального складу, наявність поряд з легкорозчинними мінералами важко- або й взагалі нерозчинних, високий вміст глинистих домішок у прикарпатських рудах зумовили технологічні труднощі їх промислового перероблення. Зупинка калійного виробництва спричинено недосконалістю гірничо-хімічних технологій, що зумовило низький витяг корисних компонентів, низьку якість одержаних продуктів, багатостадійність і надзвичайно високу енергоємність виробництва. Саме це призвело до зупинки флотаційної технології на Стебницькому підприємстві (1987 р.). Проте на підприємстві є виробничий потенціал для економічного розвитку. Залишилася потужна інфраструктура: мережа під'їзних залізничних колій, автомобільні дороги, залізобетонні корпуси фабрик, висококваліфіковані інженерні і робітничі кадри.

Згідно оцінок фахівців, необхідний обсяг калійних добрив для аграрного виробництва України становить 1,2-1,5 млн. т діючої речовини (K_2O). Сульфатні калійно-магнієві добрива, окрім калію, одночасно містять магній, що позитивно впливає на процеси фотосинтезу та утворення вуглеводнів, сірку, яка входить до складу рослинних білків, ферментів, вітамінів, ефірних олій, відіграє важливу роль у окисно-відновних процесах. Альтернативи застосуванню саме таких добрив не існує. Однак, відновлення виробництва переробки калійно-магнієвих руд сульфатного типу для одержання безхлоридних сульфатних калійно-магнієві добрив потребує застосування новітніх екологічно безпечних, енергоощадних та ресурсозберігаючих технологій.

Унікальність прикарпатських калійних руд полягає в тому, що до їх складу входять понад 16 калійних і некалійних мінералів, що дає змогу, в процесі їх комплексного перероблення, одержувати широку гамму численних супутніх товарних продуктів: харчову і технічну кухонну сіль, магнію сульфат, бішофіт, металічний магній, магнію оксид (магнезію), каустичну соду, газоподібний хлор тощо. Науковим підґрунтям відродження калійної промисловості в Стебнику, на основі сучасних енергоощадних технологій переробки руди і накопичених розсолів хвостосховищ, є Державна програма розвитку калійної промисловості України, яка розроблена

фахівцями Державного науково-дослідного інституту галургії (м. Калуш) і Національного університету «Львівська політехніка», розглянута, підтримана і схвалена на засіданні Західного Наукового Центру АН України (2003 р.)

Соціальним базисом сталого розвитку Стебницького ГПР є створення спелеолікарні [10]. Спелеотерапевтичний метод лікування на основі довготривалого перебування в мікрокліматі соляних копалень відомий сотні років. Вперше науково обґрунтував цей метод в середині XIX ст. відомий польський лікар-терапевт Ф. Бочковський, який помітив, що із шахтарів, які працюють в соляній шахті «Велічка» біля Кракова немає хворих на астму. З цього часу підземні виробки та печери Велічки використовують як для оздоровчих цілей, так і для туристичного бізнесу. Крім того, особливий розвиток отримали спелеотерапевтичні об'єкти в інших соляних копальнях: Польщі – Бохня; Румунії «Turda», «Okna Dej», «Casică»; підземні спелеолікарні «Беларуськалію» (Білорусь, м. Солігорськ); «Соляна симфонія» (Донецька область м. Соледар). Починаючи з 1968 р. спелеотерапія успішно використовувалася до 2009 р. на базі Солотвинського солерудника, де щороку лікувалося до 6,5 тис. хворих на бронхіальну астму. Нажаль в 2009 році Солотвинські шахти не функціонують внаслідок затоплення. На даний час алергогічні лікарні у Солотвині успішно застосовують метод галотерапії на основі солотвинської кам'яної солі, використовуючи набутий досвід спелеотерапевтичного лікування. Всього, за статистичними даними, сьогодні в Україні такого лікування потребують близько 2 млн осіб.

Можливість рекреаційного використання підземного простору рудника № 1 для організації спелеотерапії та профілактики хворих на бронхіальну астму та алергію дискутується понад 18 років [10]. Застережливим фактором вказувалась можлива наявність потенційно-токсичного глинистого (силікатного) пилу у атмосфері гірничих виробок, вдихання якого здатне викликати алергічні реакції та інші побічні ефекти, аж до професійних захворювань шахтарів – силікозу. Підставою для таких застережень є особливості мінерального складу калійних руд та рудовмісних соляноглинистих порід. Другим обмежувачим фактором є техногенна безпека рудника №1.

Авторами [10] науково обґрунтовано техногенну безпеку та доцільність облаштування спелеотерапевтичного лікування в Стебнику. Експериментально доведено, що атмосфера рудника № 1 Стебницького ГХП «Полімінерал», активно самоочищується від потенційно-токсичного глинистого пилу, насичена виключно соляними аерозолями, характеризується високим потенціалом для використання у спелеотерапевтичних цілях та має найбільші перспективи для відновлення спелеотерапевтичного лікування у Західній Україні.

На балансі Стебницького гірничо-хімічного підприємства «Полімінерал» знаходиться рудник № 1, який на сьогоднішній день є практично сухим та придатним для відновлення видобутку калійних руд. Він належить до найстаріших у світі соляних рудників, що почав функціонувати у першій половині XIX ст. Гірничий відвід рудника № 1 розташований у досить несприятливих інженерно-геологічних та гідрогеологічних умовах через розташування, головним чином, в межах міської забудови м. Стебника та протікання р. Солониця на незначній глибині від рівня соляного дзеркала. Зважаючи на це, прохідницькими роботами в межах розвідувальних гірничих виробок рудника № 1, в останні п'ятдесят років виявлено п'ять усталених водопритоків, спрацювання

статичних запасів яких загрожувало катастрофічним сценарієм розвитку соляного карсту по аналогії з нині аварійним рудником № 2. Однак, вчасним облаштуванням низки потужних гідроізоляційних перемичок, ситуацію взято під контроль.

Окрім відроблених камерним способом та підготовленим до розробки пластів калійних руд доміантного каїніт-лангбейнітового складу, в межах шахтного поля вздовж лінії центрального штреку «Кюбек-Ляриш», у гірничому масиві складеному на 90–95 % галіту, утворено 11 луговень – куполоподібних гірничих виробок з арковим склепінням, що сформувались внаслідок керованого розчинення хлориду натрію прісною водою та відпомповування ропи на поверхню для отримання кухонної солі. Найбільша луговня № 2, площа понад 2 га [10]. З розкриттям на 3-му горизонті стовбуру Кюбек пласта «гірких» солей, у 1922 р. розпочався видобуток калійних руд на мінеральні добрива. З цієї причини, у середині ХХ ст. видобуток кухонної солі методом вилуговування на Стебницькому родовищі був припинений, а самі луговні, вік яких перевищує 150 років, гірничі виробки на першому горизонті, які забезпечують підходи до них, збереглись до наших днів у майже непорушному та досить задовільному стані. На погляд авторів [10] саме ці ділянки – гірничі виробки навколо луговень, якнайкраще підходять для облаштування спелеотерапевтичного лікування на руднику № 1.

Висновки та перспективи подальших досліджень полягають у практичному використанні розробленої блокової моделі системи моніторингу екологічної безпеки в інфраструктурно-інвестиційній стратегії сталого розвитку трансформованих ландшафтів гірничих виробок калійних мінеральних добрив Стебницького ГПР. Функціональність системи моніторингу є базисом інформаційно-аналітичної платформи проектування і функціонування природно-техногенного геопарку.

Пропонується створення Стебницького геопарку, оскільки ресурсний потенціал для подальшого розвитку техногенних територій достатній, що обумовлює доцільність їх збереження, відновлення та розвитку сучасними екологічно-безпечними технологіями та ефективними природоохоронними заходами. Концептуальна розробка Стебницького геопарку базується на низці програмних положень сталого розвитку:

1. Територія повинна включати визначену кількість важливих об'єктів геоекологічної спадщини, з винятковими геологічними, мінералогічними, палеонтологічними та геоморфологічними рисами, що мають науково-технічну та освітньо-виховну цінність, унікальний характер та рекреаційно-туристичну привабливість, геоекологічні об'єкти мають археологічну, історико-культурну, еколого-технологічну та економічну значимість.

2. Впровадження і демонстрація методів і технологій збереження довкілля та ефективної виробничо-господарської діяльності на природно-техногенних об'єктах, розв'язок геоекологічних проблем та розробка новітніх природоохоронних заходів;

3. Розвиток співпраці з місцевими жителями, сприяння освітньому і культурному розвитку громади, спелеотерапевтичне лікування людей.

4. Інформаційно-аналітичне та еколого-економічне забезпечення функціонування наукового, медичного туризму та геотуризму, який сприяє розвитку уявлення і знань людей про геоспадщину.

5. Розробка менеджмент-плану території геопарку для соціально-економічного розвитку.

6. Створення локальних гідроекологічних та лісоекологічних коридорів, як складових частин глобальної екологічної мережі, що демонструє професійний досвід збереження і відновлення природно-техногенних екосистем та інтегрується у Європейські програми сталого розвитку.

Література

1. Закон України Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua> .
2. Зінько Ю.В. *Проектвані геопарки Західної України* / Ю.В. Зінько, О.М. Шевчук // *Фізична географія та геоморфологія*. – К.: ВГЛ «Обрії», 2011. – Вип. 3(64). – С. 41–55.
3. Мокрий В.І. *Екобезпека проектного Червоноградського природно-техногенного геопарку* / В.І. Мокрий, О.І. Мороз, І.М. Петрушка, В.Є. Гончарук, Р.М. Гречаник, І.Л. Шемелинець // *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування: матеріали четвертої міжнародної науково-практичної конференції, Україна, Трускавець, 6–10 листопада 2017 р.* – 2017. – С. 195–199.
4. Alexandrowicz Z. *Geoparki – nowe wyzwanie dla ochrony dziedzictwa geologicznego* // *Przeg. Geologiczny*. – Т. 54. – N 1. – 2006. – S. 36–41.
5. *Гірничий закон України* // *Відомості Верховної Ради України*. – 1999. – № 50. – С. 433. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1127-14> .
6. Рудько Г.І. *Екологічна безпека вугільних родовищ України* / Г.І. Рудько, О.І. Бондар, Е.А. Яковлев, О.А. Машков, С.А. Плахотний, В.Н. Ермаков / – *Київ–Чернівці: – Букрек.* –2016. – 608 с.
7. Рудько Г.І. *Техногенно-екологічна безпека солевидобувних гірничопромислових комплексів Передкарпаття* / Г.І. Рудько, Л.Є. Шкіца // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2001. – № 5–6. – С. 68–71.
8. Гошовський С.В. *Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів* / С. Гошовський, Г. Рудько, Б. Преснер. – Львів-К.: НІЧЛАВА, 2002. – 622 с.
9. Гайдін А.М., *Агонія і перспективи реінкарнації гірничої промисловості на Заході України* / Гайдін А.М., Зозуля І.І., Чікова І.В.// *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування: матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції, Україна, Трускавець, 5–8 жовтня 2015 р.* – 2015. – С. 282–290.
10. Дяків В.О. *Експериментальне моделювання взаємодії соляних і глинистих аерозолей та мінералогічна оцінка придатності атмосфери рудниа № 1 Стебницького ГХП «Полімінерал» для спелеотерапевтичного лікування* / Дяків В.О., Білик Н.Т., Дацюк Ю.Р. // *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування : матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції, Україна, Трускавець, 5–8 жовтня 2015 р.* – 2015. – С. 270–275.