

## 2. ЕКОЛОГІЯ ТА ДОВКІЛЛЯ



Науковий вісник НЛТУ України  
Scientific Bulletin of UNFU

<http://nv.nltu.edu.ua>

<https://doi.org/10.15421/40290723>

Article received 05.09.2019 p.

Article accepted 26.09.2019 p.

УДК 504.064.36



ISSN 1994-7836 (print)  
ISSN 2519-2477 (online)

@ Correspondence author

E. A. Dzhumelia

elvradzhumelia@gmail.com

*В. Д. Погребенник, Е. А. Джумеля*

*Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна*

### ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ ГІРНИЧО-ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Гірнична промисловість є джерелом істотного антропогенного впливу на природні компоненти. Одним із найважливіших елементів забезпечення екологічної безпеки території гірничого підприємства на стадії ліквідації є створення геоінформаційної системи. Розроблено методологічні засади та підходи для створення геоінформаційної системи моніторингу території Роздільського державного гірничо-хімічного підприємства (ДГХП) "Сірка", що перебуває на стадії ліквідації. Процес ліквідації гірничо-хімічного підприємства має такі етапи: моніторинг і прогнозування небезпечних явищ, що можуть виникати після експлуатації родовищ та діяльності підприємства; оцінювання екологічного ризику для населення та майна; порівняння вартості активних і пасивних методів усунення ризику; обґрунтування раціонального використання відновлених територій; розроблення необхідних заходів для запобігання екологічній небезпеці і підготовки територій для господарського використання. Створення геоінформаційної системи моніторингу території є першим і основним етапом процесу ліквідації гірничо-хімічного підприємства. Ця система моніторингу полягає у створенні бази даних геолого-екологічних показників у часі, що дасть змогу детально проаналізувати чинники, зробити прогноз забруднення території, побудувати просторову модель забруднення, за наявності картографічної бази даних точок опробування, побудувати графіки зміни у часі будь-яких аналізованих величин. Оцінено вплив гірничо-хімічного підприємства на стан забруднення довкілля: ґрунтів, водного середовища та стан поводження з промисловими відходами. Обґрунтовано необхідність побудови геоінформаційної системи моніторингу території Роздільського ДГХП "Сірка" на стадії ліквідації. Встановлено, що створення цієї системи екологічного моніторингу дасть змогу підвищити екологічну безпеку території підприємства і прилеглих до нього населених пунктів. Такий системний підхід у забезпеченні чи підвищенні екологічної безпеки також дасть змогу вчасно запобігти негативним змінам на території підприємства чи навколишніх територій після завершення гірничих робіт.

**Ключові слова:** моніторинг довкілля; геоінформаційна система; гірнична промисловість; екологічна безпека; екологічна рівновага.

**Вступ.** Геоекологічні проблеми у Західному регіоні України мають подвійний характер. З одного боку, тут зосереджені важливі для держави природоохоронні об'єкти (національні парки – Карпатський, Вижницький, Верховинський, Галицький, Гуцульщина, Хотинський, Зачарований край, Яворівський, Сколівські Бескиди, природні заповідники – Медобори, Горгани, Розточчя) та рекреаційно-туристичні заклади – Буковель, Яремча, Славське та ін.), які необхідно охороняти і розвивати для захисту довкілля і здоров'я населення, а з іншого боку, на заході України розміщені такі потужні екологічно небезпечні техногенні споруди, як: Бурштинська і Добротвірська ТЕС, трансконтинентальні магістральні газопроводи Сибір-Західна Європа, Бориславський, Долинський та Надвірнянський нафтогазопромислові райони, Калуський гірничо-хімічний ком-

плекс, колишні промислові зони сірко- та солевидобутку (Роздільське ДГХП "Сірка", Яворівське ДГХП "Сірка") та ін.

Одним з найважливіших напрямів робіт з моніторингу є інформаційне забезпечення. Під інформаційним забезпеченням робіт розуміють створення геоінформаційної бази даних за об'єктами моніторингу. Створення бази даних геолого-екологічних показників у часі дає змогу детально проаналізувати чинники, зробити прогноз забруднення території (якщо є такий чинник), побудувати просторову модель забруднення, за наявності картографічної бази даних точок опробування, побудувати графіки зміни у часі будь-яких аналізованих величин. Картографічною базою для розроблення стратегії керування є низка карт, що характеризують стан різноманітних елементів навколишнього середовища, як нап-

#### Інформація про авторів:

**Погребенник Володимир Дмитрович**, д-р техн. наук, професор, кафедра екологічної безпеки та природоохоронної діяльності.

Email: [vpohreb@gmail.com](mailto:vpohreb@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-1491-2356>

**Джумеля Ельвіра Анатоліївна**, аспірантка, кафедра екологічної безпеки та природоохоронної діяльності.

Email: [elvradzhumelia@gmail.com](mailto:elvradzhumelia@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-3146-8725>

**Цитування за ДСТУ:** Погребенник В. Д., Джумеля Е. А. Засади створення геоінформаційних систем моніторингу територій гірничо-хімічних підприємств. Науковий вісник НЛТУ України. 2019, т. 29, № 7. С. 115–119.

**Citation APA:** Pohrebennyk, V. D., & Dzhumelia, E. A. (2019). Creation Principles of Geoinformation Systems for Monitoring of Territories of Mining and Chemical Enterprises. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(7), 115–119. <https://doi.org/10.15421/40290723>

приклад, карта ураженості території екзогенними геологічними процесами, карта оцінки фонового техногенного навантаження на довкілля.

Моніторинг відходів повинен стати засобом з реалізації екологічної політики країни, де одне з пріоритетних завдань – це управління відходами (рис. 1). Моніторинг промислових і побутових відходів у населених пунктах України потрібно здійснювати на державному, регіональному та місцевому рівнях.

На державному рівні методами моніторингу є:

- аналіз результатів виконання Державної програми управління відходами, визначення та оновлення цілей та завдань держави у сфері поводження з ними, а також розроблення законопроектів та нормативних вимог;
- оцінювання та визначення пріоритетності проектів у сфері управління відходами, фінансування яких може бути здійснене з державного бюджету;
- дослідження можливості внесення змін до законодавства України щодо створення економічних, правових та соціальних умов для впровадження роздільного збирання побутових відходів;
- дослідження відповідності законодавства України у сфері управління промисловими та побутовими відходами відповідному європейському законодавству.

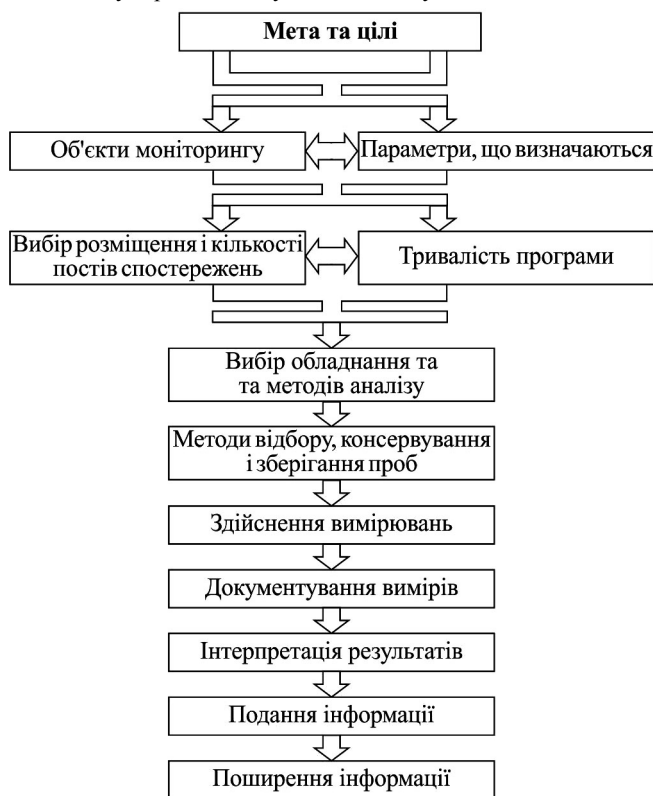


Рис. 1. Схема здійснення моніторингу довкілля

На регіональному рівні до методів моніторингу належать:

- визначення можливостей співробітництва регіонів у сфері управління відходами, зокрема створення міжрегіональних об'єктів управління відходами, а саме підприємств сортування та перероблення окремих компонентів відходів;
- вивчення впливу об'єктів управління відходами на навколишнє природне середовище, особливо – полігонів побутових відходів, відвалів, промислових відходів, розміщених на земельних територіях областей та обласних центрів, які приймають відходи.

На місцевому рівні до методів моніторингу належать:

- визначення обсягів утворення побутових (твердих, великогабаритних, ремонтних, рідких) та промислових відходів (твердих, рідких, які належать до I, II, III чи IV класів небезпечності);
- визначення морфологічного складу промислових чи побутових відходів та оцінювання і визначення організаційних заходів із впровадження роздільного збирання окремих компонентів побутових відходів;
- дослідження обсягів промислових чи побутових відходів, що утворюються у населеному пункті, які можуть бути перероблені або утилізовані, визначення рівня зменшення надходження відходів на захоронення та відповідного коригування терміну експлуатації полігонів промислових чи побутових відходів;
- визначення обсягів фінансування з місцевого бюджету впровадження роздільного збирання та інших технологій перероблення та утилізації відходів;
- аналіз шляхів та стимулів для залучення приватного бізнесу (вітчизногого та закордонного) до впровадження роздільного збирання окремих компонентів твердих побутових відходів, зокрема, для придбання контейнерів, проектування, будівництва та експлуатації підприємств із перероблення вторинної сировини, вилученої з промислових та побутових відходів.

Найважливішими завданнями системи моніторингу є:

- кількісне та якісне оцінювання відходів від їх утворення до використання та знешкодження (зокрема і складування);
- інформування про загрози відходів для середовища;
- верифікація ефективності управління відходами (Ivanov, 2018; Rudko, 2001; Nita, & Myga-Piatek, 2006; Shkitsa, & Paliichuk, 2010).

**Аналіз останніх досліджень у галузі екологічної безпеки та моніторингу території внаслідок діяльності гірничо-хімічного підприємства.** Вивчення та дослідження порушених територій внаслідок видобування корисних копалин, техногенного ландшафту, стану ґрунтового покриву здійснювало багато науковців, зокрема: О. Я. Адаменко, Б. І. Волосецький, А. М. Гайдін, І. І. Зозуля, М. С. Мальований, О. Г. Марискевич, Л. П. Маркович, Л. В. Моторіна, Р. М. Панас, Г. І. Рудько, Шкіца Л. С., A. Gąsiewicz, M. Ossowska та ін. Проблематику вивчення земельного кадастру висвітлено у дослідженнях та публікаціях М. Г. Лихогруда, А. А. Ляценка, А. Г. Мартина, А. М. Муховикова, Л. М. Перовича, О. С. Петраковської, М. Г. Ступеня, Р. Б. Таратули, А. М. Третьяка, П. Г. Черняги та інших науковців. Не вирішеними залишаються проблеми покращення екологічного стану, впорядкування порушених територій, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій та пропозицій щодо ефективного використання порушених земель. Вирішення цих проблем істотно залежить від моніторингу стану довкілля в зоні діяльності гірничо-хімічних робіт, що дасть змогу створити об'єктивну та достовірну модель стану довкілля і вчасно відреагувати на несприятливі зміни.

**Мета роботи** – розробити методологічні засади та підходи для створення геоінформаційної системи моніторингу території гірничо-хімічного підприємства на стадії ліквідації.

**Об'єкт дослідження** – Роздільське державне гірничо-хімічне підприємство (ДГХП) "Сірка", яке перебуває на стадії ліквідації.

**Матеріали і методи дослідження.** Серед теоретичних методів використано методи аналізу і синтезу для узагальнення літературних джерел та виявлення основних напрямків досліджень. Методи математичної ста-

тики застосовано для опрацювання отриманих експериментальних даних, оцінювання їх достовірності та відтворюваності.

Порушення екологічної рівноваги від впливу діяльності гірничо-хімічного підприємства призводить до виникнення геохімічних аномалій антропогенного походження. У зоні впливу гірничо-хімічного підприємства виникають зони підвищеної концентрації окремих хімічних елементів та їх сполук. Унаслідок виведення з експлуатації багатьох кар'єрів на території Передкарпатського басейну самородної сірки виникли істотні екологічні проблеми.

На гідроспорадах Роздільського ДГХП "Сірка" накопичено критичний об'єм рідини, що спричинило періодичний аварійний скид забруднених виробничих і рудних вод у р. Дністер. Продовжується інтенсифікація зсуву по північному борту кар'єру в с. Малехів, що загрожує східній та північній дамбам хвостосховища № 2.

Унаслідок тривалої діяльності (1956-1996) Роздільського ДГХП "Сірка" на його території утворилися різні відходи, які є джерелами екологічної небезпеки:

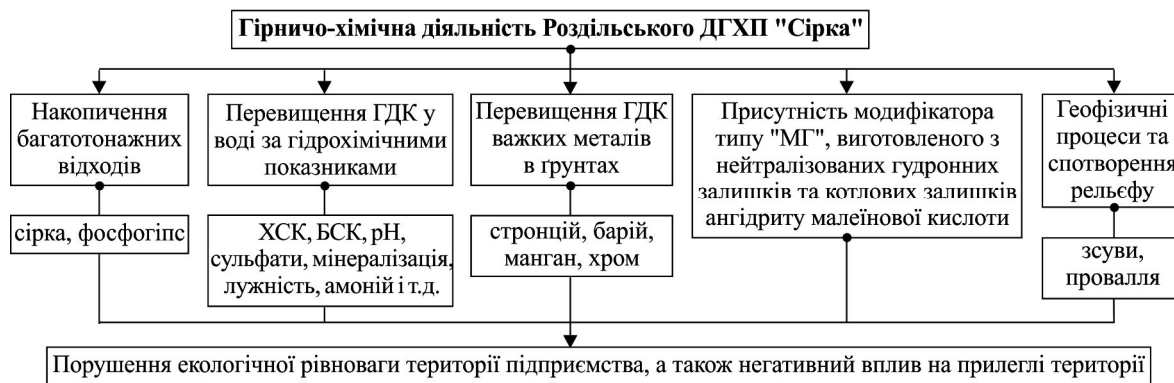


Рис. 2. Основні джерела екологічної небезпеки Роздільського ДГХП "Сірка"

У каналі оз. Глибоке-Дністер є перевищення ГДК за такими показниками: рН становить 6,05, сульфати – 1665,3 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК – 100 мг/м<sup>3</sup>), азот амонійний – 4,6 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК – 0,5 мг/м<sup>3</sup>), мінералізація – 2498,6 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК – 1000 мг/м<sup>3</sup>).

За результатами аналізу проб 2017 р. встановлено значне перевищення ГДК щодо Стронцію (у 6 разів). З часом вміст елемента не змінюється, оскільки Стронцій утворює малорозчинні, малорухливі форми у складі сульфатів, карбонатів, фосфатів. На відстані 20 м від хвостосховища є перевищення ГДК за Стронцієм у 6 разів (Rybicka, 1996; Pohrebennyk et al., 2017; Asiedu, 2013; Pohrebennyk et al., 2017, 2016).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Процес ліквідації гірничо-хімічного підприємства має такі етапи:

1. Моніторинг і прогнозування небезпечних явищ, що можуть виникати після експлуатації родовищ та діяльності підприємства;
2. Оцінювання екологічного ризику для населення та майна; порівняння вартості активних і пасивних методів усунення ризику;
3. Обґрунтування раціонального використання відновлених територій;
4. Розроблення необхідних заходів для запобігання екологічній небезпеці і підготовки територій для господарського використання.

Створення геоінформаційної системи моніторингу території є першим і основним етапом процесу ліквіда-

ційна сірка – 700 м<sup>3</sup>; хвости флотації – 85 млн т; осади оборотних вод – 1,29 млн м<sup>3</sup>; фосфогіпс – 3 млн т; гудрони (завезені з Угорщини у 2004 р.) – 17 тис. т; тверді побутові відходи – 560 тис. м<sup>3</sup>.

На рис. 2 зазначено основні джерела екологічної небезпеки Роздільського ДГХП "Сірка", основною проблемою є накопичення промислових відходів (сірка, фосфогіпс, гудрони). Окрім зображених, на території розташоване сміттєзвалище твердих побутових відходів, інфільтрати якого поширюються ґрунтовим і водним середовищем.

За результатами гідрохімічного моніторингу озер: Середнього, Глибокого, Чистого та Кислого, виконаних ТЗОВ "Інститут "Гірхімпром" у 2017 р. встановлено, що у поверхневому шарі вод всіх Роздільських озер є перевищення нормативних показників за мінералізацією (ГДК – 1000 мг/м<sup>3</sup>) та сульфатами (ГДК – 100 мг/м<sup>3</sup>), а в озерах Кислому та Середньому – і за фосфатами (ГДК – 0 мг/м<sup>3</sup>), в оз. Кислому рН становить 5,25 за норми від 6,5 до 8,5.

цій гірничо-хімічного підприємства. Необхідною організаційно-методичною та матеріально-технічною основою керування процесами формування та розвитку природно-техногенної системи гірничо-хімічного підприємства є створення геоінформаційної системи моніторингу, що становить комплекс спрямованих заходів з накопичення та ефективного використання різнохарактерної інформації (Pohrebennyk & Dzhumelia, 2017a, 2017b; Nordstrom & Alpers, 1999; Younger, Banwart & Hedin, 2002; Favas & Pratas, 2017; Pohrebennyk et al., 2018).

Ліквідація гірничо-хімічного підприємства залишає за собою низку екологічних проблем. З огляду на те, що на території залишаються джерела небезпеки, необхідно здійснювати екологічний моніторинг компонентів довкілля і власне джерел небезпеки. Прийняття ж якихось рішень щодо управління ґрунтами, водними ресурсами, промисловими чи побутовими відходами та прогнозування наслідків їх впливу на навколишнє середовище потребує володіння усією цією інформацією одночасно. Отже, потрібно створити єдину автоматизовану інформаційну систему та налагодити імпорт до неї даних з відомих баз даних моніторингу та кадастрів. Світовий досвід довів, що найкраще таку систему створювати на базі геоінформаційних технологій.

Геоінформаційну систему моніторингу гірничо-хімічного підприємства на стадії ліквідації потрібно проводити для всіх джерел екологічної небезпеки: ґрунтів,

водного середовища, промислових відходів, геофізичних змін. На території Роздільського ДГХП "Сірка" сконцентровані всі перелічені вище джерела екологічної небезпеки, а також полігон побутових відходів.

Система має складатись із банку даних, геоінформаційної карти та програмного забезпечення. Програмний продукт поєднує базу даних системи з електронним картографічним забезпеченням, забезпечує пошук об'єктів на геоінформаційній карті, перегляд відомостей про об'єкти моніторингу, аналіз даних про якість компонентів довкілля, джерела небезпеки гірничо-хімічного підприємства, автоматизоване нанесення на карту місць розташування точок відбору проб, скидів, водозаборів, побудову тематичних карт та ін.

Перевагами впровадження різних підсистем геоінформаційної системи моніторингу гірничо-хімічного підприємства на стадії ліквідації на прикладі Роздільського ДГХП "Сірка" є:

1. Для отримання необхідної інформації при геоінформаційній підсистемі моніторингу земель застосовують дистанційне зондування, наземні зйомки-спостереження, фондові дані (Sheremeti, Varma, 2015). Підсистема моніторингу ґрунтів Роздільського ДГХП "Сірка" дасть змогу вчасно відреагувати на несприятливі зміни складу ґрунтів території, спрогнозувати та змодельовати процес міграції важких металів у ґрунтах, та зменшити область забруднення.
2. Геоінформаційна підсистема водних об'єктів гірничо-хімічного підприємства на стадії ліквідації уможливає:
  - формування державних інформаційних ресурсів обліку водних об'єктів для подальшого аналізу, прогнозування та створення управлінських рішень;
  - своєчасне виявлення негативних змін стану водних об'єктів;
  - спрощення доступу до інформації про стан водних об'єктів (Tomar, 1999).

Геоінформаційна підсистема моніторингу водного середовища території гірничо-хімічного підприємства на стадії ліквідації аналогічно підсистемі моніторингу ґрунтового середовища повинна базуватися на: відборі проб; зборі даних; аналізі наявного комплексу екологічних заходів зі зниження рівня забруднення водних об'єктів; виявленні джерел забруднення водних об'єктів; оцінюванні екологічного стану водних об'єктів; прогнозуванні процесу забруднення водних об'єктів та порушення екологічної рівноваги; створенні геоінформаційної системи моніторингу; розробленні заходів для покращення екологічного стану та відновлення екологічної рівноваги.

3. Моніторинг звалища має такі етапи:

- етап передексплуатаційний – період до дня отримання дозволу на використання звалища відходів;
- етап експлуатації – період від дня отримання дозволу на використання звалища до дня отримання згоди на закриття звалища відходів;
- етап післяексплуатаційний – період 30 років, від дня отримання рішення про закриття звалища.

Мінімальна частота визначень параметрів поверхневих, стічних та підземних вод і звалищного газу на зазначених етапах звалища відходів:

- на передексплуатаційному етапі – одноразово значення припливу поверхневих вод та їх склад, а також рівень та склад підземних вод;
- на етапі експлуатації – щомісячно обсяг стічних вод, а також викидів та склад звалищного газу; кожні 3 місяці – об-

сяг припливу та рівень підземних вод та їх склад та склад стічних вод;

- на етапі післяексплуатаційному – кожні 6 місяців – обсяг припливу поверхневих вод та їх склад, рівень підземних вод та їх склад, а також склад стічних вод.

Умовою досягнення основної мети геоінформаційної підсистеми моніторингу промислових і побутових відходів є створення інформаційної бази. Моніторинг промислових і побутових відходів підприємства повинен надавати інформацію про утворення, наявність, видалення та використання промислових відходів. Також важливою є інформація про склад та небезпеку відходів для елементів довкілля.

4. Використання в геоінформаційній підсистемі моніторингу геофізичних змін дистанційні методи дослідження дасть змогу завдяки аерокосмічним зйомкам земного простору отримати картину еколого-геологічного стану території (Haque, Topal & Lilford, 2014).

**Висновки.** Екологічний баланс території порушено тому, що ліквідацію негативних технічних проявів діяльності підприємства тривалий час визнавали нерентабельною. Отже, доцільним є встановлення загальної практики, спрямованої на відновлення деградованих ділянок.

Оцінено вплив гірничо-хімічного підприємства на стан забруднення довкілля: ґрунтів, водного середовища та стан поведінки з промисловими відходами. Обґрунтовано необхідність побудови геоінформаційної системи моніторингу території Роздільського ДГХП "Сірка" на стадії ліквідації. Встановлено, що створення цієї системи екологічного моніторингу дасть змогу підвищити екологічну безпеку території підприємства і прилеглих до нього населених пунктів. Також такий системний підхід у забезпеченні чи підвищенні екологічної безпеки дасть змогу вчасно запобігти негативним змінам на території підприємства чи навколишніх територій після завершення гірничих робіт.

## Перелік використаних джерел

- Asiedu, J. B. K. (2013). Technical Report on Reclamation of Small Scale Surface Mined Lands in Ghana: A Landscape Perspective. *American Journal of Environmental Protection*, Vol. 1, issue 2, pp. 28–33. Ghana.
- Favas, P., & Pratas, J. (2017). Characterization of acid mine drainage at the regoufê mine, Arouca geopark, Northern Portugal. *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017. Conference Proceedings*, Vol. 17, issue 51, pp. 205–210. Albena, Bulgaria.
- Haque, M. A., Topal, E., & Lilford, E. (2014). A numerical study for a mining project using real options valuation under commodity price uncertainty. *Res. Pol.*, Vol. 39, pp. 115–123. UK.
- Ivanov, Ye. A. (2018). Alhorytm heeokolohichnoho analizu hirnychopromyslovykh terytorii. *Treti Sumski naukovi heohrafichni chytannia: zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovoï konferentsii*, Sumy, Ukraina, 77–83. [In Ukrainian].
- Nita, J., & Myga-Piatek, U. (2006). Landscape directions of development of post-mining areas. *Przegląd Geologiczny*, Vol. 54, No 3, 256–262. Poland.
- Nordstrom, D. K., & Alpers, C. N. (1999). Negative pH, efflorescent mineralogy, and consequences for environmental restoration at the Iron Mountain Superfund site, California. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(7), pp. 3455–3462. USA.
- Pohrebennyk, V. D., & Dzhumelia, E. A. (2017a). Informatsiino-analitychna systema monitorynhu vodnykh ob'ektiv hirnycho-khimichnoho pidpriemstva na stadii likvidatsii. *VI Vseukrainskyi zizd ekolohiv z mizhnarodnoiu uchastiu. Zbirnyk naukovykh prats*, 175 p. Vinnytsia. [In Ukrainian].

- Pohrebennyk, V., & Dzhumelia, E. (2017b). The Methodology for Design of Informational and Analytical System for Environmental Monitoring of Mining and Chemical Enterprise in the Liquidation. *Environmental Problems*, Vol. 2, No 4, pp. 215–220.
- Pohrebennyk, V., Cygnar, M, Dzhumelia, E., Korostynska, O., & Mason, A. (2016). X-ray Fluorescent Method of Heavy Metals Detection in Soils of Mining and Chemical Enterprises. *9<sup>th</sup> International Conference on Developments in Systems Engineering, DeSe2016*, pp. 323–228. Leeds, UK.
- Pohrebennyk, V., Karpinski, M., Dzhumelia, E., Klos-Witkowska, A., & Falat, P. (2018). Water bodies pollution of the mining and chemical enterprise. *18th International multidisciplinary scientific ge-conference SGEM 2018*, Vol. 18, issue 5.2, pp. 1035–1042. Albena, Bulgaria.
- Pohrebennyk, V., Mitryasova, O., Dzhumelia, E., & Kochanek, A. (2017). Evaluation of surface water quality in mining and chemical industry. *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*, Vol. 17, issue 51, pp. 425–433. Albena, Bulgaria.
- Pohrebennyk, V., Mitryasova, O., Klos-Witkowska, A., & Dzhumelia, E. (2017). The role of monitoring the territory of industrial mining and chemical complexes at the stage of liquidation. *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*, Vol. 17, issue 33, pp. 383–390. Vienna, Austria.
- Rudko, H. I. (2001). *Tekhnohenko-ekolohichna bezpeka heolohichnoho seredovyssha (naukovi ta metodychni osnovy)*. Lviv: VTs LNU im. I. Franka, 360 p. [In Ukrainian].
- Rybicka, E. H. (1996). Impact of mining and metallurgical industries on the environment in Poland. *Applied Geochemistry*, Vol. 11, issues 1–2, pp. 3–9. USA.
- Sherameti, I., & Varma, A. (2015). Heavy Metal Contamination of Soils: Monitoring and Remediation. *Springer*, Vol. 44, 497 p. Switzerland.
- Shkitsa, L. Ye., & Paliichuk, O. V. (2010). Monitorynh terytorii hirnychodobuvnoho kompleksu pislia zavershennia ekspluatatsii ro-dovyssha. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia*, 1, 70–73. [In Ukrainian].
- Tomar, M. (1999). Quality assessment of water and wastewater. *CRC Press*, USA, 261 p.
- Younger, P. L., Banwart, S. A., & Hedin, R. S. (2002). Mine Water: Hydrology, Pollution, Remediation. *Springer Science & Business Media*, 442 p. UK.

**V. D. Pohrebennyk, E. A. Dzhumelia**

*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

## **CREATION PRINCIPLES OF GEOINFORMATION SYSTEMS FOR MONITORING OF TERRITORIES OF MINING AND CHEMICAL ENTERPRISES**

The mining industry is a source of significant anthropogenic impact on natural components. One of the most important elements of ensuring the ecological safety of the mining enterprise territory is the geoinformation monitoring system creation. The purpose of the work is to develop the methodological bases and approaches for creating the geoinformation system of monitoring of the mining and chemical enterprise territory at the stage of liquidation. The object of research is Rozdil State Mining and Chemical Enterprise (SMCE) "Sirka" (Ukraine). The process of liquidation of the mining and chemical enterprise has the following stages: monitoring and forecasting of hazardous phenomena which may arise after the exploitation of deposits and activities of the enterprise; assessment of environmental risk for the population and property; comparison of the cost of active and passive methods for eliminating risk; substantiation of rational use of renewable territories; the development of the necessary measures for the prevention of environmental hazards and the preparation of areas for economic use. The geoinformation monitoring system creation is the first and the main stage of the process of liquidation of the mining and chemical enterprise. To do this, it is necessary to create a database of geological and ecological indicators, which will allow to analyse factors in detail, to predict the pollution of the territory, to construct a spatial model of pollution, in the presence of a cartographic database of test points to construct timetables for changes in time of any analysed values. The impact of the mining and chemical enterprise on the state of pollution of the environment was assessed in the paper. The need to design an informational and analytical system for monitoring the territory of Rozdil SMCE "Sirka" at the stage of the liquidation was proved. It was established that it is necessary to create the geoinformation monitoring system, which will increase the ecological safety of the enterprise territory and the surrounding settlements. Also, such a system will allow early warning of negative environmental changes of the enterprise territory or surrounding territories after the completion of mining operations.

**Keywords:** environmental monitoring; geoinformation system; mining industry; ecological safety; ecological risk.