

УДК 528.921

КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ГЕОСИСТЕМ

Євген Іванов

Кафедра конструктивної географії і картографії,
Львівський національний університет імені Івана
Франка, вул. Дорошенка, 12, Львів, Україна, 79000, E-
mail: eugen_ivanov@email.ua

Розглянуто науково-методологічні і методичні основи картографічного моделювання екологічного стану гірничопромислових геосистем. На прикладі модельної ділянки “Яворівська водойма” проаналізовано досвід ландшафтно-екологічного картографування природно-господарських систем гірничопромислових територій.

Ключові слова – карта; модель; геосистема; екологічний стан; корисні копалини.

Постановка проблеми

Особливу роль у вивченні екологічного стану гірничопромислових геосистем відведено картографічному методу. При цьому картографування виступає і як засіб дослідження й одержання нової інформації, і як спосіб кінцевого представлення результатів роботи. Аналіз екологічних проблем у районах розроблення корисних копалин ґрунтується на знанні особливостей їхньої ландшафтної структури. Картографічною основою для проведення геоекологічного дослідження є ландшафтна карта, складання якої вважають першим й головним етапом для подальшого ландшафтно-екологічного картографічного моделювання.

Аналіз останніх досліджень

Методичні підходи і досвід крупномасштабного картографування екологічного стану різнофункціональних геосистем подано у статтях [наприклад, Пучкин, 2007], тому зупинимося лише на специфіці знімання гірничопромислових геосистем.

Науково-методологічні і методичні основи картографічного моделювання

Виготовлення ландшафтної карти є складним науковим процесом, який має певну специфіку для гірничовидобувних регіонів, яка розглянута у ряді публікацій [Іванов, 2001, 2002; Ковальчук, Іванов, Ключник, 2011 та ін.]. В межах гірничопромислових геосистем проводять (або проведені) крупномасштабні геолого-розвідувальні роботи, під час яких детально вивчено особливості їх геологічної, гідрогеологічної і геоморфологічної будови, гео-

фізичні і геохімічні властивості природного середовища, оцінені запаси корисних копалин тощо. Такі геолого-розвідувальні дослідження служать передумовою для успішного ландшафтно-екологічного картографічного моделювання гірничопромислових геосистем. Виходячи з цього, важлива роль належить аналізу різних тематичних (геологічних, геоморфологічних, ґрунтових та ін.) карт, матеріалів аеро- і космознімання, що доповнюють польові ландшафтні дослідження [Ковальчук, Іванов, Ключник, 2011].

Особливості ландшафтної структури гірничопромислових територій зумовлені виникненням гірничопромислових геосистем, які утворені на основі териконів, відвалів, хвостосховищ, гідровідвалів тощо. Враховуючи те, що такі геосистеми одночасно є територіальними утвореннями, які розвиваються за природними законами, можна говорити про співрозмірність ієрархічних рівнів природних, антропогенно-трансформованих і гірничопромислових геосистем, що є важливим під час проведення ландшафтно-екологічного картографування районів розроблення корисних копалин. Відповідно його методичною базою є загальнонаукове ландшафтне картографування [Іванов, Ковальчук, Андрейчук, 2006].

Під час складання картографічних моделей ми спирались на досвід ландшафтно-екологічного картографування у західному регіоні України [наприклад, Ковальчук та ін., 2008]. При створенні ландшафтних карт використано матеріали власного польового знімання, яке проведене в 1997–2019 рр. на серії ключових ділянок [наприклад, Іванов, Ключник, 2014]. Геоекологічний аналіз гірничопромислових територій потребує проведення крупномасштабного ландшафтного знімання в межах антропогенно-трансформованих геосистем та особливо в межах гірничопромислових геосистем. Картографічне моделювання таких геосистем з метою вивчення ландшафтної структури проводять на ключових (модельних) ділянках, які охоплюють різні гірничовидобувні об'єкти: терикони, відвали, кар'єри, хвостосховища, відстійники тощо, а також оточуючі ділянки.

Вихідними матеріалами під час польового знімання гірничопромислових геосистем є схеми гірничих робіт з нанесеною на них топоосновою масштабу 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 5 000 чи 1 : 10 000, космо- та аерознімки високої роздільної здатності. Впродовж 1997–2019 рр. вивчено ландшафтна структура десяти модельних ділянок у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні, Передкарпатському сірконосному і соленосному басейнах та Карпатській нафтогазоносній провінції. Ділянками обрано як території нині діючих гірничовидобувних і гірничозбагачувальних підприємств, так і постмайнінгові площі. На основі удосконаленої методики ландшафтно-екологічного картографування [Іванов, 2001, 2002; Іванов, Ковальчук,

Андрейчук, 2006] та за результатами ландшафтно-екологічних досліджень у межах ключових ділянок складено серію великомасштабних (1 : 1 000 – 1 : 10 000) ландшафтних карт відвалів, кар'єрів, хвостосховищ та інших гірничих об'єктів, на яких виділено морфологічні одиниці ландшафту: фації, урочища, смуги і місцевості. Легенди до ландшафтних карт варто подавати у вигляді матриці, яка у горизонтальній площині узгоджує існуючі форми рельєфу та спектр екзогенних процесів, а у вертикальній – утворення ґрунтового і рослинного покривів [Іванов, 2014].

З використанням картографічного методу для вирішення екологічних проблем останніми роками пов'язано формування напряму *геоекологічного (ландшафтно-екологічного) картографування* [Барановський, 2001; Исаченко, 1993; Преображенский, 1990; Стурман, 2003], який є головним напрямом вивчення екологічного стану районів розроблення корисних копалин. Специфіка такого картографування полягає у тому, що воно ґрунтується на синтезі еколого-, природно- і суспільно-географічних знань, що дає змогу використовувати на картах одночасно різні екологічні, природні і соціально-економічні характеристики. На сьогодні удосконалено класифікацію еколого-географічних карт [Петрова, 2011] та нагромаджено досвід складання для різних територій, однак для гірничо-промислових геосистем існують лише поодинокі еколого-географічні карти і схеми, які відображають екологічну ситуацію переважно на регіональному рівні.

Відповідно до змісту і завдань ландшафтно-екологічного дослідження важливим є з'ясування специфіки картографічного моделювання гірничо-промислових геосистем. Основні принципи положення і переваги екологічного картографування на ландшафтній основі викладено у працях Г. Исаченка [Исаченко, 1992]. До них належать такі принципи: 1) ієрархія геосистем у природі дає змогу зіставити геоекологічні проблеми будь-якого масштабу з геосистемами певного рангу; 2) геосистема розглядається як сукупність станів різної тривалості; екологічна ситуація – як результат зміни станів під впливом ендо- та екзогенних процесів та антропогенних впливів; 3) наслідки втручання в природу диференційовані за типами ландшафтів згідно з їхнім положенням у системі загальногеографічних закономірностей; 4) геосистеми найзручніші для оцінювання стійкості і допустимих навантажень на природне середовище. Саме диференційованість зіставлених природних, антропогенно-трансформованих та антропогенних, у т. ч. й гірничо-промислових геосистем є важливою умовою для вивчення низки екологічних проблем районів розроблення корисних копалин.

Об'єктами ландшафтно-екологічного картографування районів розроблення корисних копалин є як антропогенно-трансформовані та антропогенні

геосистеми, так і суміжні природно-господарські системи; а предметом – їхній генезис, динаміка, розвиток, функціонування та сучасна просторово-часова ландшафтна організація, а також дослідження їхніх екологічних станів, зокрема, пов'язаних з ними локальних геоекологічних аномалій. Варто наголосити на потребі крупномасштабного картографування геосистем локального рівня – фацій, урочищ, місцевостей та їх антропогенних модифікацій [Ковальчук, Іванов, Ключник, 2011]. Найвідповідальнішим моментом польового знімання гірничо-промислових геосистем є визначення їхніх меж. Здебільшого межі цих геосистем, унаслідок молодості і високої динамічності, є лінійними, що полегшує процес картування. Ландшафтне знімання у районах розроблення корисних копалин базується на візуальних ознаках. До них відносять особливості літології геологічних відкладів, мезоформ рельєфу, ґрунтових субстратів і рослинних угруповань [Козинська, 2009].

Питання методики створення ландшафтних та ландшафтно-екологічних карт для районів розроблення корисних копалин перебувають лише на етапі становлення. Основні науково-методичні положення та досвід такого картографування викладено у статтях [Іванов, 2001, 2006, 2014; Ковальчук, Іванов, Ключник, 2011]. Експлуатація об'єктів у районах розроблення корисних копалин супроводжується нагромадженням значних обсягів екологічної інформації, що характеризують сучасний екологічний стан геосистем. Під час побудови ландшафтно-екологічних карт важливим є процес відбору репрезентативної екологічної інформації. Власний досвід показує, що значна частина екологічної за змістом інформації, яка відображає можливості гірничовидобувного впливу на геосистеми, іноді настільки загальна і не прив'язана до певної території, що нею можна знехтувати, зокрема інформацією про технологію виникнення окремого виду забруднення. Ландшафтно-екологічне картографування районів розроблення корисних копалин спрямоване на розроблення серії аналітичних і синтетичних карт. З огляду на це об'єктивним та ефективним є принцип організації та аналізу екологічної інформації на ландшафтній основі.

Всю сукупність ландшафтно-екологічних карт гірничо-промислових районів можна поділити за рівнем узагальнення інформації на декілька груп [Исаченко, 1992]: 1) карти природного потенціалу геосистем; 2) карти гірничовидобувних чинників, процесів і джерел впливу на геосистеми; 3) карти, що відображають наслідки гірничовидобувного впливу на геосистеми; 4) карти, що характеризують наслідки впливу геосистем на людину (зокрема, соціально- і медико-географічні карти); 5) карти стійкості геосистем до гірничовидобувних навантажень; 6) прогнозні карти; 7) оптимізаційні (рекомендаційні) карти. Оціночні карти в окрему групу

не виокремлюють, оскільки ландшафтно-екологічні карти гірничопромислових територій за змістом містять елементи оцінки стосовно функціонування геосистем і потреб життєзабезпечення людини.

Ландшафтно-екологічне моделювання Яворівської водойми та її околиць

Розглянемо особливості моделювання сірчанних водойм на прикладі модельної ділянки (МД) “Яворівська водойма”. Площа ділянки становить 28,7 км². Ділянка має наближену до прямокутної форму розміром 4,0 × 7,0 км. Вихідними матеріалами під час польового знімання виступали план гірничих робіт з нанесеною на неї топографічною основою масштабу 1 : 5 000, космоснімки *Landsat 7 ETM+* та аерофотознімки високої деталізації. Об’єктами ландшафтного картографування є постмайнінгові геосистеми, які сформовані на основі Язівського кар’єру, трьох зовнішніх відвалів, гідровідвалу, відстійників, хвосто- і водосховищ.

Модельна ділянка розміщена в межах Сянського Передкарпаття. Під час геоecологічних досліджень створено карту, яка відображає особливості ландшафтно-структури досліджуваної території. В її межах за генезисом виокремлено дев’ять видів місцевостей (рис. 1). Розроблення самородної сірки призвело до ускладнення ландшафтно-структури МД. До початку будівництва кар’єру тут виділяли три види місцевостей.

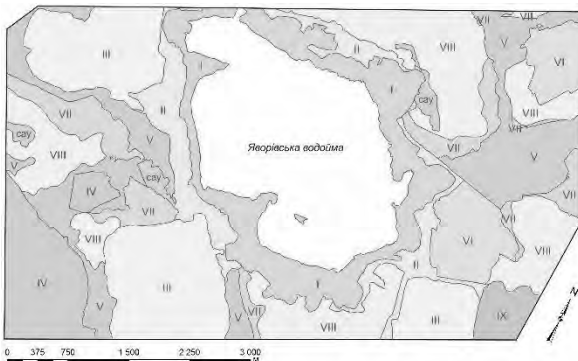


Рис. 1. Генезис ландшафтних місцевостей МД “Яворівська водойма”

Проведені дослідження дали змогу виявити в межах ключової ділянки 39 видів антропогенних урочищ, 4 – антропогенно-трансформованих урочища і 11 – природних урочищ (рис. 2). Відзначимо ускладнення ландшафтно-структури внаслідок розроблення поклавів сірки відкритим способом. Геосистеми мають видовжену форму, паралельну до меж гірничопромислових об’єктів. Дрібні контури урочищ відповідає зонам розвитку зсувних та ерозійних процесів та пострекультивованим ділянкам. Більшу геопросторову розмірність мають геосистеми зовнішніх відвалів, гідровідвалу, хвостосховища і ділянок технологічних комплексів.

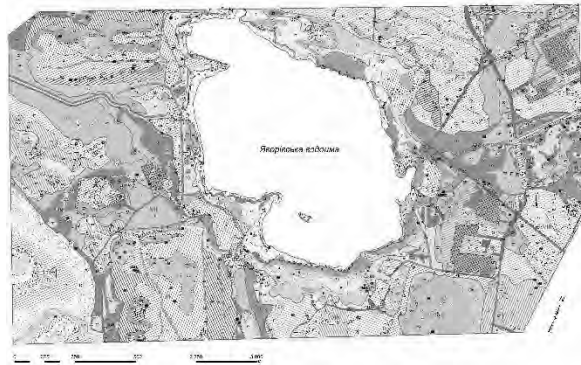
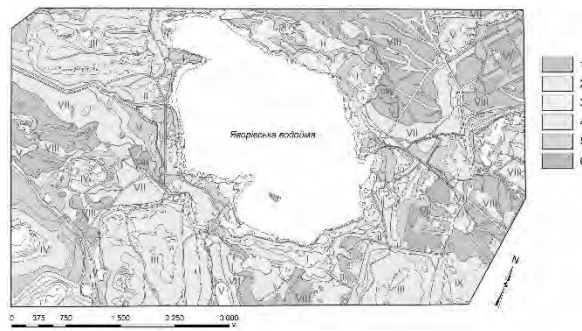
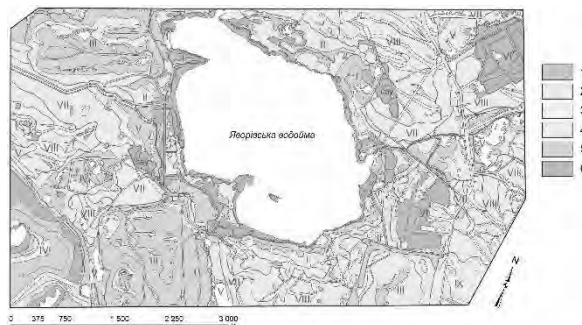


Рис. 2. Ландшафтна структура МД “Яворівська водойма”

Геоecологічні дослідження дали змогу оцінити ступінь антропогенної трансформації ґрунтового і рослинного покриву. Використано принцип світлофору: зелений колір відповідає найменш порушеним геосистемам, а червоний – навпаки. В межах МД “Яворівська водойма” переважають геосистеми із середнім рівнем трансформації еембріоземів (рис. 3а). Утворення ґрунтів зовнішніх відвалів, хвостосховища, внутрішньої частини гідровідвалу та південних ділянок кар’єру відбувається практично без втручання людини. Ареали сильного антропо-генного впливу на ґрунтосуміші виявлено у зонах продовження промислового використання території, видобування будівельного піску та накопичення твердих побутових відходів.



а)



б)

Рис. 3. Антропогенна трансформація ґрунтового (а) і рослинного (б) покриву в межах МД “Яворівська водойма”

В межах МД домінують сильнозмінені рослинні угруповання (рис. 3б). На них припадає 38,7 % від загальної площі ділянки. Істотні зміни, що пов'язані із розробленням сірки і постмайнінговими роботами, відбулися у більшості геосистем. Пошкодження рослинності спостерігаємо в межах берегової смуги водойми і зонах рекультивациї. Практично не відновленим рослинний покрив залишився в межах промислових майданчиків та на площах відбору будівельного піску. Окремими “островами” довкола сірчаного кар’єру і на зовнішніх відвалах розміщено слабозмнені деревно-чагарникові види рослин.

Висновки

Гірничопромислові геосистеми під впливом антропогенних навантажень зазнають значних змін. Визначення їх антропогенної трансформованості є головним завданням картографічного моделювання екологічного стану гірничопромислових територій. На основі розробленої моделі запропоновано комплекс інженерно-технічних, агротехнічних, лісогосподарських, меліоративних та інших заходів з метою відновлення родючості порушених земель та покращання функціонування гірничопромислових геосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барановський В. А. Екологічна географія і екологічна картографія / В. А. Барановський. К.: Фітосоціоцентр, 2001. 252 с.
2. Іванов Є. Ландшафтна структура ключової ділянки “Яворівська водойма” / Є. Іванов, В. Ключник // Ландшафтознавство: стан, проблеми, перспективи : матер. міжнарод. наук. конф. Львів, 2014. С. 53–58.
3. Іванов Є. Картографування і моделювання сірчанних водоем Передкарпаття / Є. Іванов, В. Ключник, І. Ковальчук // GeoTerrace-2017: зб. матер. Львів, 2017. С. 157–160.
4. Іванов Є. Методика еколого-ландшафтознавчого картографування гірничовидобувних територій / Є. Іванов // Наук. вісн. Чернівецьк. ун-ту. 2001. Вип. 104. С. 207–213.
5. Іванов Є. А. Методика ландшафтного картування гірничопромислових територій / Є. А. Іванов // Географія, картографія, географічна освіта: історія, методологія, практика : матер. міжнарод. наук.-практ. конф. Чернівці, 2014. С. 50–51.
6. Іванов Є. А. Особливості ландшафтного знімання і кадастру в межах родовищ корисних копалин / Є. А. Іванов // Геод., картогр. і аерофотознім. 2002. Вип. 62. С. 110–115.
7. Іванов Є. А. Теоретико-методологічні основи й методика геоecологічного картографування і моделювання гірничопромислових геосистем / Є. А. Іванов, І. П. Ковальчук, Ю. М. Андрейчук // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Л. Українки. Геогр. науки. 2006. № 2. С. 15–23.
8. Исаченко А. Г. Обзорные эколого-географические карты (опыт разработки) / А. Г. Исаченко // Изв. РГО. 1993. Т. 125. Вып. 1. С. 11–21.
9. Исаченко Г. А. Отечественное экологическое картографирование: первые итоги / Г. А. Исаченко // Изв. РГО. 1992. Т. 124. Вып. 5. С. 418–427.
10. Ковальчук І. П. Картографування геоecологічного стану природно-господарських систем гірничопромислових територій / І. П. Ковальчук, Є. А. Іванов, В. В. Ключник // Часоп. картогр. 2011. Вип. 2. С. 129–137.
11. Ковальчук І. Картографічне і геоінформаційне моделювання природно-господарських систем Західного регіону України / [І. Ковальчук, Є. Іванов, Ю. Андрейчук та ін.] // Картогр. та вищ. шк. К., 2008. Вип. 13. С. 48–59.
12. Козинська І. П. Методи досліджень гірничо-промислових ландшафтів / І. П. Козинська // Наук. зап. Вінницьк. держ. педагог. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Сер.: Геогр. 2009. Вип. 18. С. 94–98.
13. Петрова І. Ф. Классификация эколого-географических карт / И. Ф. Петрова // Геол., геогр. и глобал. энерг. 2011. № 4 (43). С. 217–223.
14. Преображенский В. С. Экологические карты (содержание, требования) / В. С. Преображенский // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1990. № 6. С. 10–17.
15. Пучкин А. В. Картографирование антропогенной измененности ландшафтов / А. В. Пучкин // Геогр. и природ. ресур. 2007. № 4. С. 130–134.
16. Стурман В. И. Экологическое картографирование : учеб. пособие / В. И. Стурман. М.: АспектПресс, 2003. 251 с.

CARTOGRAPHIC MODELING OF THE ECOLOGICAL STATE OF MINING GEOSYSTEMS

Eugen Ivanov

Department of constructive geography and cartography, Ivan Franko National University of L'viv, Doroshenko str., 41, L'viv, Ukraine, 79000, E-mail: eugen_ivanov@email.ua

The scientific-methodological and methodical bases of cartographic modeling of the ecological state of mining geosystems are considered. An example of the model area “Yavorivskaya reservoir” analyzes the experience of landscape-ecological mapping of natural and economic systems of mining areas.

Keywords – map; model; geosystem; ecological state; minerals.