

59(060.55)
Д54



ISSN 9125 0912

ВІСНИК

Дніпропетровського університету

№ 3/2

Т. 18

2010

**Серія: ГЕОЛОГІЯ.
ГЕОГРАФІЯ**
Випуск 12

ВІСНИК



Дніпропетровського університету

Науковий журнал

№ 3/2

Том 18

2010

РЕДАКЦІЙНА РАДА:

акад. Академії наук ВО України, д-р фіз.-мат. наук, проф. **М. В. Поляков** (*голова редакційної ради*); акад. Академії наук ВО України, д-р техн. наук, проф. **М. М. Дронт** (*заст. голови*); д-р фіз.-мат. наук, проф. **О. О. Кочубей**; д-р хім. наук, проф. **В. Ф. Варгалюк**; чл.-кор. АПН України, д-р філос. наук, проф. **П. І. Гнатенко**; д-р фіз.-мат. наук, проф. **О. Г. Гоман**; д-р філол. наук, проф. **В. Д. Демченко**; д-р техн. наук, проф. **А. П. Дзюба**; д-р пед. наук, проф. **Л. І. Зеленська**; чл.-кор. НАН України, д-р фіз.-мат. наук, проф. **В. П. Моторний**; чл.-кор. АПН України, д-р психол. наук, проф. **Е. Л. Носенко**; д-р філос. наук, проф. **В. О. Панфілов**; д-р біол. наук, проф. **О. Є. Пахомов**; д-р іст. наук, проф. **С. І. Світленко**; акад. Академії наук ВО України, д-р фіз.-мат. наук, проф. **В. В. Скалозуб**; д-р філол. наук, проф. **Т. С. Пристайко**; чл.-кор. НАН України, д-р біол. наук, проф. **А. П. Травлєєв**; д-р техн. наук, проф. **Ю. Д. Шентун**.

Серія: ГЕОЛОГІЯ. ГЕОГРАФІЯ

Випуск 12

Дніпропетровськ
Видавництво
Дніпропетровського
національного університету

УДК 159:371
ББК 74Я5+88Я5

Наведені статті містять результати новітніх досліджень з питань геології, петрографії, геоєкології, гідрогеології та інженерної геології, гідрології, фізичної і економічної географії. Значна увага приділена актуальним проблемам оцінки процесу техногенезу природного середовища на рівнях досліджень від елементарного до регіонального. Матеріали детально висвітлюють гідрохімічні, гідрогеологічні і гідро-екологічні аспекти, що є наслідком техногенезу геосферних оболонок Землі. Значна увага приділена питанням історико-географічного, еколого-географічного аналізу, картографії, які мають вагоме прикладне значення.

Для наукових, виробничих робітників, професорсько-викладацького складу і студентів геолого-географічного факультету ДНУ.

Приведенные статьи содержат результаты исследований по вопросам исторической геологии, петрографии, охраны геологических памятников, гидрогеологии и инженерной геологии, физической и экономической географии. Значительное внимание уделено актуальным проблемам оценки процесса техногенеза природной среды на уровнях исследований от элементарного до регионального. Материалы исследований детально освещают гидрохимические, гидрогеологические и гидроэкологические аспекты последствий техногенеза геосферных оболочек Земли. Значительное внимание уделено вопросам историко-географического, эколого-географического анализа, картографии, имеющим важное прикладное значение.

Для научных и производственных работников, профессорско-преподавательского состава и студентов геолого-географического факультета ДНУ.

Редакційна колегія:

акад. Російської академії педагогічних та соціальних наук, д-р пед. наук, проф. **Л. І. Зеленська** (відп. редактор), д-р геол.-мін. наук, проф. **І. М. Барг**, д-р геол. наук., проф. **Г. П. Евграшкіна**, д-р техн. наук, проф. **О. Г. Байбуз**, д-р геол. наук, проф. **Г. А. Кроїк**, канд. геол. наук **Т. П. Мокрицька** (відп. секретар)

ГЕОЛОГІЯ

ГЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 551.8:551.782.13 (477.7)

В. В. Богданович

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

К ЛИТОЛОГИИ ЗБРУЧСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (НИЖНИЙ САРМАТ) НИКОПОЛЬСКОГО МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНА

На підставі літолого-палеографічного вивчення збручських відкладів Нікопольського марганцеворудного басейну охарактеризовані літологічні та генетичні типи порід, фації та умови формування відкладів.

Ключові слова: літологія, збручські відклади, марганцеворудний басейн.

На основании литолого-палеографического изучения збручских отложений Никопольско-го марганцеворудного бассейна охарактеризованы литологические и генетические типы пород, фаций и условий формирования отложений.

Ключевые слова: литология, збручские слои, марганцеворудный бассейн.

On the basis of lithologic-paleogeographic study of Zbruch layers in Nikopol basin of Manganese Ore are described lithological and genetic types of rocks, layers and formation conditions of layers.

Keywords: lithology, Zbruch layers margantsevorudny pool.

Постановка проблеми. Главной целью литологических исследований является восстановление условий образования отложений на основе фациального анализа. Фундаментальные разработки, в свою очередь, служат основой для проведения работ прикладного характера, одной из задач которых является изучение возможности попутного использования вскрышных пород Никопольского бассейна при карьерной разработке марганцевых руд.

Цель работы. Установление условий формирования збручских отложений Никопольского бассейна на основе выделения литологических и генетических типов пород.

Изложение основного материала. Збручские отложения в Никопольском бассейне имеют мощность 3–12 м и распространены на большей части изучаемой территории. В северной и восточной частях Никопольского бассейна (Западное и Восточное рудные поля) в основании разрезов залегают кварцевые разнотернистые пески мощностью до 8 м, сменяющиеся вверх по разрезу биоморфно-детритусовыми известняками и черными глинами. К югу (южнее Каховского водохранилища) в строении разрезов ведущую роль приобретают черные углистые глины. Глины характеризуются монтмориллонит-гидрослюдисто-каолининовым составом, содержат постоянную примесь сульфидов железа и тонкостенную фауну моллюсков.

Пользуясь методикой В. Т. Фролова [1; 2], нами в збручских отложениях выделено 15 литологических и 8 генетических типов пород. Континентальные отложения

представлены четырьмя генетическими типами аллювиальными, озерными, болотными и золовыми. Из морских отложений присутствуют образования механогенного ряда прибойные, волновые и западинно-шельфовые.

В збручских отложениях нами выделяется ряд фаций, позволяющих расширять условия образования осадков (таблица 1).

Таблица 1

Соотношение фаций, литологических, генетических типов пород и обстановок осадконакопления збручских отложениях Никопольского бассейна

Индекс	Наименование фации	Литологические типы	Генетические типы	Обстановки осадконакопления
Ф1	Глинисто-песчаная буроугольная	Г1, П11	Озерные, болотные	Континентальная прибрежно-морская
Ф3	Гравийно-глинисто-песчаная с флорой и пресноводной фауной	К1, К2, П1, П2, П6, П7, Г1, Г2	Аллювиальные, озерные, болотные, золовые	Континентальные, озерные, болотные, золовые
Ф6	Известняково-песчаная с толстостенной морской фауной	И2, П5, П9	Прибойные, волновые, течениевые	Зона волнений мелководного морского бассейна
Ф12	Алеврито-глинистая пеллециподовая с обилием органического вещества	А1, А3, Г9	Западинно-шельфовые	Шельф мелководных морских бассейнов

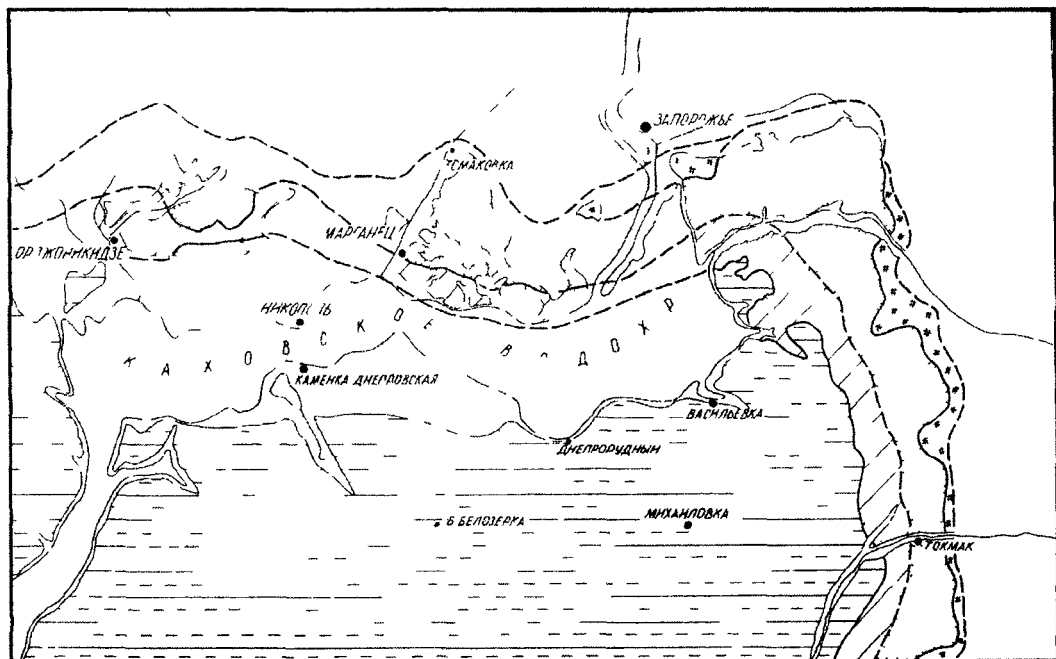
Глинисто-песчаная буроугольная фация (Ф1) узкой субмеридиональной полосой залегает в восточной части территории Никопольского бассейна (рис. 1). Фация имеет мощность 2–3 м, сложена мелкозернистыми хорошо сортированными песками П11 (50–70 %) с ленточными и неясновыраженными типами слоистости, содержащими прослой черных глин (Г1) комковатой структуры (15–30 %) и бурых углей (до 10–15 %). Фация представлена озерно-болотными генетическими типами отложения и сформирована в континентальных прибрежно-морских условиях.

Гравийно-глинисто-песчаная с флорой и пресноводной фауной фация (Ф3) сменяет буроугольную в восточном направлении, имеет мощность до 5 м и достаточно широко представлена в районе. Облик фации определяют пески П1, П2, П7, П8 (до 70 %), в подчиненных количествах присутствуют пески П6, П11 (до 25 %), в резко подчиненных количествах – гравелиты К1, К2 и глины Г1, Г2 (до 5 %). Обширный набор генетических типов пород (см. таблицу 1) указывает на формирование осадков в континентальных прибрежно-морских условиях.

Следующей к востоку является известняково-песчаная с толстостенной морской фауной фация (Ф6). Она залегает полосой шириной до 5–6 км, проходящей западнее г. Токмак до с. Веселянка Запорожской области, и образует два вытянутых в широтном направлении участка в районах городов Орджоникидзе и Марганец. Фация имеет мощность 3–7 м, сложена песками П5, П9 (около 50 %), чередующимися со слоями биоморфно-детритусовых известняков И2 (до 50 %). На отдельных участках, тяготеющих к восточной и северной границам фации, последняя полностью сложена неслоистыми и грубокослоистыми биоморфно-детритусовыми известняками. Выделенные прибойные, волновые, течениевые генетические типы отложения указывают на накопление осадков в прибрежной зоне сильных волнений морского бассейна.

Наиболее «мористой» для збручских отложений Никопольского бассейна является алеврито-глинистая пеллециподовая с обилием органического вещества фация.

(Ф12), имеющая мощность 5–6 м и занимающая обширные площади в центральных и южных частях территории. Фация сложена черными глинами Г9 (80–90 %) с прослоями алевритов А1, А3 (до 10–20 %). Фация циклична (0,1–0,5 м). Основание циклитов (1–10 мм) представлено светло-серыми алевритами с обилием органических остатков, верхняя часть (до 0,5 м) – черными глинами. Набор литологических и генетических типов отложений указывает на их формирование в пределах шельфа мелководного сарматского морского бассейна в относительно спокойных гидродинамических условиях.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Рис. 1. Фация збручского горизонта ($N_1S_1^2$) Никопольского бассейна

- 1 – глинисто-песчаная буро-оливковая, 2 – гравийно-глинисто-песчаная с флорой и пресноводной фауной,
- 3 – известково-песчаная с толстостенной морской фауной, 4 – алеврито-глинистая пеллециподовая с обилием органического вещества, 5 – распространение в фациальном эрозионном срезе
- 6 7 – границы фаций 6 – установленные, 7 – предполагаемые

Выводы. Таким образом, в збручских отложениях установлены четыре фации. Фациальный анализ показал, что формирование пород частично проходило в континентальных условиях, но большая часть осадков образовалась в прибрежно-морских условиях мелководного сарматского моря при различных гидродинамических режимах.

Библиографические ссылки

- 1 Фролов, В. Т. Опыт и методика комплексных стратиграфо-литологических и палеогеографических исследований / В. Т. Фролов – М., 1965 – 196 с
- 2 Фролов, В. Т. Генетическая типизация морских отложений / В. Т. Фролов – М., 1984 – 222 с

Надійшла до редколлеґії 21 12 09

УДК 553.462/463 (477)

В. Н. Иванов

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ВОЛЬФРАМ-МОЛИБДЕНОВЫЙ РУДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УКРАИНЫ

Шляхом порівнювання з відомими молибденовими родовищами докембрійського віку, а також за низкою інших ознак визначені та охарактеризовані найбільш перспективні молибденові рудопрояви Українського щита. Викладено матеріал, який стосується вольфрамового потенціалу вказаного кратону. Висловлено припущення про його високі перспективи щодо названих металів.

Ключові слова молибден, вольфрам, Український щит

Путем сравнения с известными молибденовыми месторождениями докембрийского возраста, а также по ряду других признаков определены и охарактеризованы наиболее перспективные молибденовые рудопоявления Украинского щита. Изложен материал, касающийся вольфрамового потенциала указанного кратона. Высказано предположение о высоких его перспективах на названные металлы.

Ключевые слова молибден, вольфрам, Украинский щит.

By means of comparison with known molybdenum deposits of precambrian age as well by virtue of others signs most promising molybdenum Ukrainian Shield's occurrences are determined and characterized. The pertinent to tungsten potential of indicated craton material is stated. It was made the supposition about its high perspectives to named metals.

Key words molybdenum, tungsten, Ukrainian Shield

Состояние проблемы. В настоящее время в Украине отсутствуют молибден- и вольфрамодобывающие отрасли, в связи с чем государство, обладающее мощным горно-металлургическим комплексом, использующим эти металлы, вынуждено импортировать их из других стран. Поскольку ситуация на мировых рынках молибдена и вольфрама из-за возрастания негативного баланса между приростом запасов и добычей руд только усложняется, наиболее оправданным и надежным выходом для Украины в сложившейся обстановке представляется создание собственной минерально-сырьевой базы рассматриваемых стратегически важных металлов.

Несмотря на то, что львиная доля молибденовых и вольфрамовых руд традиционно добывается на месторождениях фанерозойского возраста, в определенные годы прошлого столетия спрос на данное сырье в ряде стран (например, в Норвегии и Бразилии) вполне удовлетворялся благодаря эксплуатации мелких и средних по запасам рудных объектов, локализованных в пределах древних кратонов.

Анализ информации, приведенной в обобщающей работе [9], других многочисленных публикациях (Ю. Д. Шковыра, Е. Ф. Берзенина, 1965; А. Я. Каневский, 1971; Ю. Б. Бабков, А. С. Киселев, В. В. Решетняк и др., 1972; В. А. Стульчиков, А. А. Гончар 1975; В. П. Бухарев, В. Д. Полянский, 1983; С. В. Нечаев, 1985; В. С. Металиди, И. П. Букович, Б. Л. Высоцкий и др., 1986; С. М. Рябоконт, 1987; С. А. Галлий, К. Е. Есипчук, К. В. Когут и др., 2000; В. А. Михайлов, В. В. Шунько, 2002; В. А. Михайлов, В. В. Шунько, Л. С. Михайлов, 2003; Н. М. Гаева, И. А. Гаев, И. П. Яловенко и др., 1969; С. В. Нечаев, А. И. Оставненко, В. А. Семка и др., 1982; С. В. Нечаев, А. И. Оставненко, 1983; С. В. Металиди, О. В. Зинченко, В. С. Металиди, 1983; С. В. Металиди, С. В. Нечаев, 1983; Р. Н. Довгань, С. В. Нечаев, В. А. Семка и др., 1983; В. П. Брянский, В. А. Поповиченко, О. Н. Вадимова, 1983; Р. Н. Довгань,

С. В. Нечаев, В. А. Семка и др., 1984; С. В. Нечаев, 1988; С. В. Нечаев, В. А. Семка, С. Н. Бондаренко, 1989; С. В. Нечаев, Г. Б. Наумов, 1998 и другие) и производственных отчетах, свидетельствует о том, что в недрах Украинского щита (УЩ) на данный момент выявлено, как минимум, более сорока молибденовых и более двадцати вольфрамовых рудопроявлений (рис. 1). Такое обилие рудных объектов является основанием для дискуссии относительно вольфрам-молибденового рудного потенциала этой докембрийской структуры.

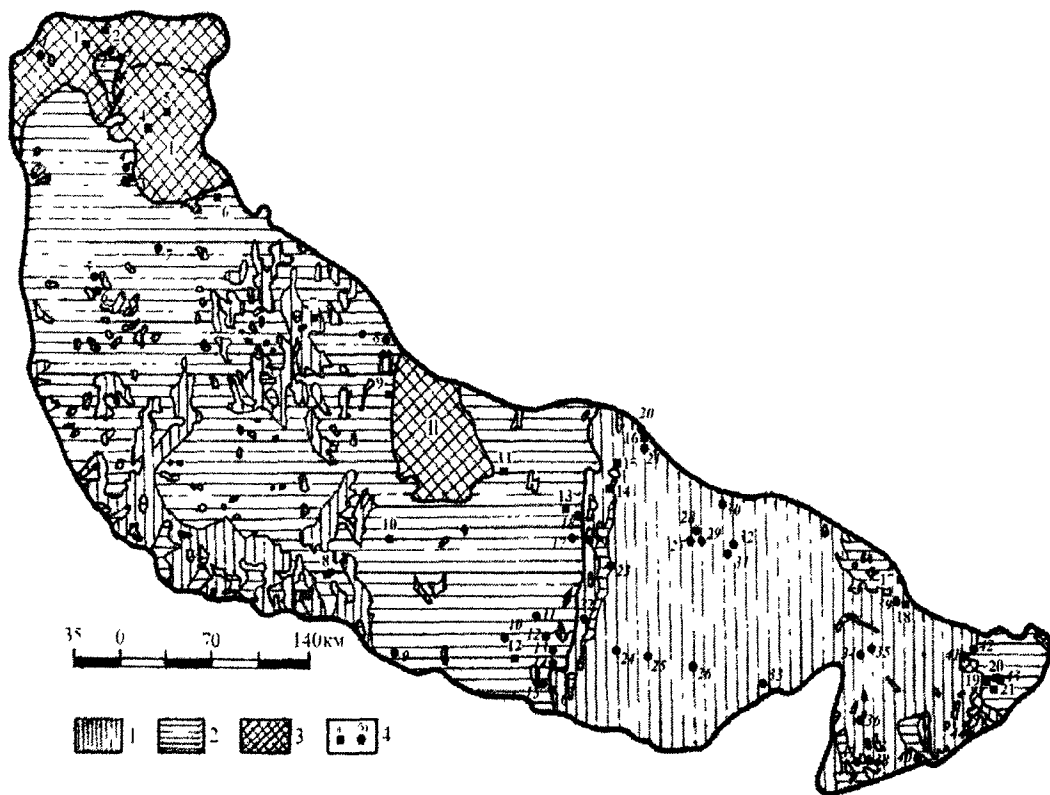


Рис. 1. Схема размещения вольфрамовых и молибденовых рудопроявлений в Украинском щите:

1 - 3 - области преобладающего развития пород определенного возраста: 1 - архейского, 2 - раннепротерозойского, 3 - среднепротерозойского, 4 - рудопроявления вольфрама (а) и молибдена (б)
 а) - Западное (1), Глушковичи (2), Березовая Гать (3), Ушомир (4), Бежи (5), Кочеровское (6), Рокитнянское (7), Кумаровское (8), Селищанское (9), Добровеличковское (10), Чуговское (11), Новобугское (12), Головковское (13), Жовтянское (14), Николаевское (15), Мотринское (16), Демуриное (17), Федоровское (18), Кичиксу (19), Вербовое (20), Кирилловское (21); б) - Вировское (1), Пержанское (2), Вербинское (3), Зеленая поляна (4), Коваленковское (5), Малобраталовское (6), Ворошиловское (7), Степанцовское (8), Западно-Александровское (9), Березовское (10), Сагайдацкое (11), Николаевское (12), Казанковское (13), Лагодивское (14), Малесвское (15), Новоукраинское (16), Водянское (17), Федоровское (18), Коцацкое (19), Шматковское (20), Дереевское (21), Червоношахтарское (22), Анновское (23), Александровское (24), Токовское (25), Чертомлыкское (26), Скелеватское (27), Первозванновское (28), Кудашевское (29), Николаевское (30), Восточно-Сергеевское (31), Солонянское (32), Скельское (33), Косивцевское (34), Межеричское (35), Черниговское (36), Долинское (37), Елисеевское (38), Шевченковское (39), Новосолдатское (40), Октябрьское (41), Дмитриевское (42), Каплановское (43), Мангушское (44). Римскими цифрами показаны Коростенский (I) и Корсунь-Новомиргородский (II) интрузивные массивы

Изложение основного материала. По имеющимся данным, среди известных в мире эксплуатируемых или уже обработанных молибденовых месторождений лишь

четыре имеют докембрийский возраст: Ля-Корн и Прейсак в Канаде, Кнабен в Норвегии и Мятясвара в Финляндии.

Самое крупное на Канадском щите молибденовое месторождение Ля-Корн, локализованное в западной части провинции Квебек, состоит из нескольких участков, расположенных вдоль северо-западного контакта массива протерозойских биотитовых гранитов со сланцами архейского возраста на расстоянии в несколько сотен метров [1; 2; 11]. Оно представлено двумя системами кварцевых жил, вмещающих молибденит, одна из которых имеет северо-восточное, а другая – северо-западное простирание. Жилы первой системы мощностью от 0,3 до 2,1 м падают на юг под углом 60° и располагаются кулисообразно по отношению к контакту, в то время как линзообразные жильные тела другой системы приурочены только к гранитам, имеют мощность в раздувах до 4,2 м и крутое, до вертикального, падение. Среднее содержание молибдена в рудах, отработка которых была прекращена в 1972 году, составляло 0,25 %. Попутно с молибденом из руд добывался висмут.

На месторождении Прейсак, находящемся в районе Норанда провинции Квебек, висмут-молибденовая минерализация связана с контактовыми зонами протерозойских гранитных батолитов и архейских сланцев [1; 2]. Оруденелыми являются пегматоидные граниты, обогащенные мусковитом, пегматитовые дайки в кристаллосланцах, а также кварцевые жилы, секущие биотитовые граниты. Промышленное значение имели штокверковые руды, которые заключали в себе 7,8 тыс. т молибдена при его среднем содержании 0,216 % (до 0,36 %) и 0,053 % висмута. Годовая добыча молибдена на месторождении, которое эксплуатировалось в 60-е и 70-е годы прошлого столетия, достигала 800 т.

Месторождение Кнабен в южной Норвегии представлено зоной дробления в докембрийских амфиболитах, гранито-гнейсах и интрузирующих их гранитах, имеющих возраст от 950 до 980 млн. лет [1; 3; 8]. Кварц-молибденитовые жилы и участки минерализованных гранитов образуют пояс шириной 1,5 км, который вытянут в субмеридиональном направлении на 20 км. Запасы молибдена на месторождении составляли 3,5 тыс. т при его среднем содержании 0,15 % (до 0,3 %) и были отработаны в период с 1885 по 1975 гг. при годовой добыче металла до 250 – 350 т. Молибдениту в рудах сопутствовали пирит, пирротин и халькопирит.

Молибденовая минерализация на месторождении Мятясвара в восточной Финляндии связано с микроклиновыми гранитами, контактирующими с ними гнейсами, а также пегматитами и кварцевыми жилами [7]. Характерной особенностью оруденелой зоны является ее окремнение. Кроме молибденита, в рудах присутствовали в незначительных количествах халькопирит, пирит, пирротин, сфалерит, галенит, шеллит, повеллит.

Представляется очевидным, что при ранжировании по степени перспективности известных на УЩ молибденовых рудопроявлений указанные четыре месторождения должны быть приняты в качестве «эталонных» рудных объектов, а информация об их характерных особенностях наряду с другими общеизвестными признаками, используемыми при прогнозировании такого рода объектов, могут быть использованы в виде определенных благоприятных предпосылок.

Предпосылка 1. Все четыре указанных месторождения ассоциируют с гранитоидными образованиями. Среди рудопроявлений УЩ таких также значительное большинство, в связи с чем более перспективными из них, по-видимому, следует считать наименее эродированные, то есть те, которые локализованы в зоне экзоконтакта и ближнего эндоконтакта гранитных массивов.

Предпосылка 2. Среди близких, по подсчитанным на данный момент ресурсам, наиболее перспективными выглядят рудопроявления, которые имеют больше сходных черт с эталонными объектами.

Предпосылка 3. Достоверность оцененных ресурсов объектов прямо коррелируется со степенью их изученности.

Предпосылка 4. Рудный потенциал каждого конкретного объекта может в той или иной степени возрасти при наличии в руде сопутствующих ценных компонентов.

Предпосылка 5. Наибольшими запасами, как следует из [10], обладают штокверковые месторождения кварц-молибден-серицитовая рудная формация, приуроченные к зонам интенсивного дробления вмещающих пород, часто расположенные вблизи региональных разломов.

Предпосылка 6. Несмотря на то, что пока в мире не известны стратиформные месторождения молибдена, присутствие многочисленных аномалий этого элемента в Ингуло-Ингулецкой структурно-металлогенической зоне УЩ, главным образом в отложениях среднеродиононской подсветы ингуло-ингулецкой серии нижнего протерозоя, наводит на мысль о возможности существования и такого типа молибденового оруденения.

В соответствии с приведенными умозаключениями в число наиболее перспективных из известных на УЩ молибденовых рудопоявлений попадают следующие (в порядке убывания рудного потенциала): 1) Восточно-Сергеевское (вместе с примыкающим к нему Сергеевским рудопоявлением, которое называют также и месторождением, золота) в южной части Сурской зеленокаменной структуры, 2) Новоукраинское и 3) Анновское в Криворожско-Кременчугской шовной зоне, 4) Вербинское в северо-западной части УЩ, а также Токовское, Александровское, Солонянское (табл. 1).

Поскольку особенности локализации вольфрамового оруденения в докембрийских кратонах мира в целом и в пределах УЩ, в частности, ранее уже достаточно детально рассмотрены в [4 – 6], в данной статье кратко напомним только лишь основные из них.

Вольфрамовый потенциал УЩ базируется на трех основных типах оруденения – стратиформном, штокверковом и грейзеновом. Первый тип, к которому нами отнесено преобладающее число объектов, наиболее широко представлен в северо-западной и центральной частях щита; рудопоявления второго типа (Кичиксу, Кирилловское, Вербовое) находятся в пределах Восточно-Приазовского геоблока, а единственное рудопоявление третьего типа (Западное) – на противоположной, северо-западной оконечности щита.

При том, что по ряду рудопоявлений подсчитаны ресурсы, из-за очень слабой, за редким исключением, их изученности в качестве основного при оценке их перспектив приходится также использовать метод сравнения с известными месторождениями мира (так называемыми «аналогами»). Преобладающее число таковых имеется для украинских рудопоявлений шеелит-сульфидно-скарноидного типа: главным образом в бразильской провинции Борборема, сложенной образованиями протерозойского возраста (месторождения Боду, Брежу, Бониту, Мальда-Лимпа и др.) и в пределах Балтийского щита (Иксшеберг и Сандудден в Швеции, Финли и Маальвик в Норвегии и др.). По ряду сравнительных признаков более детального изучения, на взгляд автора, заслуживают объекты, расположенные в обрамлении Коростенского плутона и локализованные в породах одной и той же, тетеревской, серии нижнего протерозоя (Кочеровское и др.). Особого внимания, очевидно, заслуживают также два рудопоявления вольфрама в Ингуло-Ингулецком районе, характерной особен-

Характеристика наиболее перспективных молибденовых рудопроявлений Украинского щита

Рудопроявление	Вмещающие породы	Особенности распределения главного ценного минерала	Рудные минералы, сопутствующие молибдениту	Изменения вмещающих пород	Содержание молибдена в рудах, %	Сопутствующие компоненты
Восточно-Сергеевское	Зона эндо- и экзо-контакта субвулканического тела дацитов, риодацитов, метатоналит-порфиров и фельзитов с метабазами, метадолеритами и метагаббродолеритами	Три зоны линейно-штоковеркового типа, в которых молибденит связан с кварцевыми и карбонат-кварцевыми прожилками (в основном в зальбандах), реже образует «сухие»прожилочки, а также вкрапленность в межпрожилковом пространстве	Пирит, халькопирит, пирротин, магнетит, теллуриды висмута и серебра, сфалерит, галенит, шеелит	Окварцевание, альбитизация, лиственитизация, березитизация, биотитизация, карбонатизация	0,018 – 0,025 (до 2,63)	Au
Новоукраинское	Графитовые гнейсы, мраморы, кальцифиры, диопсидиты с межпластовыми телами аплит-пегматоидных и микроклин-плагиоклазовых гранитов	Молибденит в виде мелкой вкрапленности, гнезд, линз, четковидных и прерывистых прожилков в магнезиальных скарнах (диопсидитах)	Халькопирит, пирротин, борнит, висмутин, самородный висмут, сульфосоли висмута	Мусковитизация, окварцевание	0,082 – 0,35	Be, Bi, Ag, Au, Ta, Nb
Анновское	Зона контакта гранитоидов с амфиболитами, сланцами и кварцитами	Молибденит в виде вкрапленности, гнездовидных скоплений, сростков чешуек, прожилочков, согласных со сланцеватостью, в амфиболитах, гранитах, мигматитах, сланцах, слюдитах, жилах кварцевого, плагиоклазового и кварц-плагиоклазового состава, кордиерит-амфиболовых породах	Магнетит, пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, галенит, висмутин, сфалерит, шеелит	Фельдшпатизация, окварцевание, грейзенизация, ослоденение	0,01 – 0,306	W, Cu, Ag

Окончание таблицы 1

Рудопроявление	Вмещающие породы	Особенности распределения главного ценного минерала	Рудные минералы, сопутствующие молибдениту	Изменения вмещающих пород	Содержание молибдена в рудах, %	Сопутствующие компоненты
Вербинское	Амфибол-биотитовые граниты с секущими их дайками диабазовых порфиров, а также гранит-порфирами и плагиогранитами	Три типа выделения молибденита: а) рассеянная вкрапленность в грейзенизированных гранитах и мусковит-кварцевых грейзенах; б) мономинеральные прожилковидные выделения мощностью от 0,1 до 2,0 см в зальбандах кварцевых жил и трещинах; в) прожилково-вкрапленные выделения в мусковит-флюорит-кварцевых брекчированных грейзенах	Пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, висмутин, касситерит	Окварцевание, серицитизация, эпидотизация, альбитизация, флюоритизация	До 0,3 – 2,5	—
Токовское	Зона эндо- и экзо-контакта гранитного массива	Молибденит в гранитоидах, эпидот-кварцевых породах, вторичных кварцитах, амфиболитах, эпидозитах, прожилках и жилах кварцевого и кварц-эпидотового состава	Магнетит, гематит, пирит, халькопирит	Грейзенизация, окварцевание, хлоритизация, каолинизация	0,019 – 0,065 (до 0,26)	Pb, Sn, Cu, Zn
Александровское	Зона контакта амфиболитов и мигматитов с гранитным массивом	Чешуйки молибденита и их гнездовидные скопления в амфиболитах, мигматитах, зальбандах жил и прожилков кварц-полевошпатового и кварц-эпидот-полевошпатового состава, скарноидных образованиях, которые развиваются по амфиболитам	Пирит, халькопирит, шеелит	Грейзенизация, окварцевание, скарнирование, биотитизация	0,054 – 0,69	Cu, W, Ni, Co
Солонянское	Приконтактные части тела метадаци-товых порфиров	Молибденит в основном в зальбандах кварцевых, пирит-анкерит-кварцевых и карбонат-кварцевых прожилков	Пирит, халькопирит	Березитизация, биотитизация, пропицитизация	0,053	—

¹ данные отсутствуют

ностью которых является отсутствие явных признаков скарнирования вмещающих, также нижнепротерозойских породах – Николаевское и Головковское.

Среди штокверковых к наиболее перспективному (как наименее эродированному) можно отнести рудопоявление Кичиксу, в то время как единственное в Украине оловянно-вольфрамовое грейзеновое рудопоявление Западное максимум может претендовать лишь на мелкое по запасам месторождение.

Выводы. Из вышеизложенного, по мнению автора, вытекает главный вывод, заключающийся в том, что имеются достаточно весомые основания для оптимизма относительно молибденовых и вольфрамовых перспектив Украины и предпосылки для превращения некоторых известных рудопоявлений в месторождения, которые при создании благоприятных условий для более детального изучения могли бы стать базовыми для создания отраслей, добывающих названные металлы.

Библиографические ссылки

1. **Быховер Н. А.** Распределение мировых ресурсов минерального сырья по эпохам рудообразования. 2-е изд., перераб. и доп. / Н. А. Быховер. – М., 1984. – 576 с.
2. **Войткевич Г. В.** Полезные ископаемые и металлогения докембрия / Г. В. Войткевич, Г. И. Ебедько. – М., 1975. – 231 с.
3. **Григорьева Л. В.** Докембрийская тектоно-магматическая активизация (геология и металлогения) / Л. В. Григорьева. – Л., 1986. – 224 с.
4. **Иванов В. Н.** Вольфрамовое оруденение докембрийских кратонов / В. Н. Иванов, Н. А. Козарь // Мінеральні ресурси України. – 2004. – №2. – С. 11–15.
5. **Иванов В. Н.** К вопросу о перспективах Украинского щита на стратиформное вольфрамовое оруденение / В. Н. Иванов, Ю. И. Дыщук, Н. А. Козарь // Наук. Вісн. нац. гірнич. ун-ту. – 2005. – № 6. – С. 72–75.
6. **Иванов В. Н.** Типы и особенности локализации вольфрамового оруденения в Украинском щите / В. Н. Иванов // Наук. Вісн. нац. гірнич. ун-ту. – 2007. – № 1. – С. 27–31.
7. **Каапала И.** Металлогения докембрийских гранитоидов в Финляндии // Металлогения докембрийских гранитоидов / И. Каапала. – М., – С. 25–71.
8. **Клаповская Л. И.** Геология и экономика месторождений редких элементов Канадско-Гренландского щита / Л. И. Клаповская, Г. А. Топунова, А. В. Рожанец. – М., 1978. – 248 с.
9. **Нечаев С. В.** Минерализация олова, вольфрама и молибдена в Украинском щите / С. В. Нечаев, С. Г. Кривдик, В. А. Семка и др. – К., 1986. – 212 с.
10. **Хрущов Н. А.** Классификация месторождений молибдена / Н. А. Хрущов // Геол. рудн. месторожд. – 1959. – № 6. – С. 52–68.
11. **Уилсон М. Е.** Докембрий Канады (Канадский щит). Докембрий Канады, Гренландии, Британских островов и Шпицбергена / М. Е. Уилсон; под. ред. К. Ранкамы. – М., 1968. – С. 236–369.

Надійшла до редколеги 17 12 09

УДК 550.85

И. В. Холошин

Криворожский государственный педагогический университет

ПРИМЕНЕНИЕ GPS ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Розглянуті основні напрями вживання GPS навігації на польовому етапі опробування родовищ корисних копалин у зв'язку з проведенням геолого-технологічного картування. Нада-но аналіз принципам і методам визначення координат пунктів (точок) відбору проб за допомо-гою GPS: пристрої, програмне забезпечення, види карт, системи координат, методичні прийоми. Викладені перспективи подальших досліджень у науковому напрямі.

Ключові слова GPS, картування, родовище корисних копалин.

Рассмотрены основные направления использования GPS навигации на полевом этапе опро-бования месторождений полезных ископаемых в связи с проведением геолого-технологического картографирования. Сделан анализ принципов и методов определения координат пунктов (то-чек) отбора проб при помощи GPS: устройства, программное обеспечение, виды карт, системы координат, методические приемы. Изложены перспективы последующих исследований в этом на-правлении.

Ключевые слова GPS, картографирование, месторождение полезных ископаемых.

The main directions of GPS navigation on the field testing phase of mineral deposits in connection with the geological – technological mapping are considered. An analysis principles and methods of determining the coordinates of points (dots) sampling with GPS: used equipment, software, types of maps, coordinate systems, instructional techniques. Outlined the prospects for further research in this scientific field.

Keywords: GPS, mapping, minerals.

Введение. Геолого-технологическое опробование, являясь частью единого про-цесса геолого-технологического картирования месторождений полезных ископаемых, включает в себя отбор многочисленных геолого-минералогических и технологических проб. Оно осуществляется из скважин и горных выработок, пройденных при развед-ке месторождений или специально проходимых для этой цели. Количество пунктов, из которых отбираются пробы, зависит от степени неравномерности оруденения. Чем больше изменчивость текстурно-структурных особенностей руд, их минерального и химического состава, тем больше необходимо иметь мест отбора проб для обеспечения представительности процесса опробования [1]. Исходя из этого, весьма важен правиль-ный выбор необходимого количества и расположения пунктов отбора проб. В зависи-мости от размера, объема запасов и природной неоднородности месторождения, коли-чество проб, обеспечивающих построение полноценной его геолого-технологической модели, может колебаться от нескольких сотен, до нескольких десятков тысяч.

Важнейшим условием, обеспечивающим объективность и достоверность полу-чаемых результатов, является точная пространственная привязка отбираемых проб. Традиционно, в картировании для этого используется геодезическая координатная привязка данных, с применением оптических угломерных и дальномерных прибо-ров. Учитывая объемы опробования, становится понятным, насколько сложной, до-рогостоящей и трудоемкой является эта работа.

Сегодня электронные технологии внесли поистине революционные измене-ния в процесс привязки данных. Широкое распространение получили в настоящее

время глобальные позиционирующие системы (GPS). Эти устройства позволяют определять координаты любой точки на местности автономно, без наземных геодезических измерений, повышая производительность работ по координатной привязке точек на местности в 10–15 раз [2]. Без преувеличения можно сказать, что внедрение GPS в практику геолого-технологического картирования открывает принципиально новые возможности в повышении эффективности и увеличение точности результатов полевого этапа опробования месторождений полезных ископаемых.

Исходные предпосылки. Спутниковая навигация сегодня нашла повсеместное применение во многих областях науки и техники. Например, услуги по GPS измерениям широко востребованы в геодезии и картографии для создания и развития опорных геодезических сетей; в картографии GPS используют для полевой координатной привязки аэрофото и космических снимков земной поверхности, а в строительстве – при проведении инженерно-геодезических изысканий, выносе проекта в натуру, разбивке, и т. д. [2–4]. Имеется уже определенный опыт использования спутниковой навигации и в полевых геологических изысканиях [5]. Что же касается геолого-технологического картирования, то информация о планомерных, целенаправленных и методически обоснованных работах в этой области, в настоящее время, практически отсутствует [6]. Связано это, очевидно, с отсутствием подготовленных кадров, слабой материально-технической базой соответствующих геологических организаций и, несомненно, недостаточной методической разработкой способа. Данная статья ставит своей целью частично восполнить этот пробел.

Цели и задачи. Целью данной работы является показать возможности и огромный потенциал применения GPS при проведении геолого-технологического картирования месторождений полезных ископаемых. Задача исследования заключается в разработке принципов и методов определения координат пунктов (точек) отбора минералого-технологических и технологических.

Основное содержание. GPS измерения обладают множеством преимуществ перед другими методами определения координат местности. Среди достоинств данного способа определения координат, имеющих особое значение для его применения в полевой период геолого-технологического опробования, выделяются такие как: быстрое получение результатов, иногда даже в режиме реального времени, возможность эксплуатации в сложных метеорологических условиях, а также вычисление координат при большом расстоянии между исходными и определяемыми точками, находящимися вне визуальной досягаемости. Обусловлено это, в первую очередь, принципом функционирования системы GPS.

Система основана на использовании 24 искусственных спутников, запущенных на высокие орбиты и постоянно посылающих на Землю радиосигналы.

В результате обработки сигналов способом линейной засечки из 4 наиболее удобно расположенных спутников (по скорости прохождения сигналов определяется расстояние до каждого из спутников), в районе искомого объекта возникает облако точек с приблизительными координатами, рассчитанными на разный момент времени (часто через 5 секунд) за весь период измерений (рис. 1). Далее программным методом вычисляется некоторое усредненное значение координат.

Точность определения координат зависит от класса приёмника GPS, от режима и условий работы, продолжительности измерений, и колеблется от нескольких метров до первых сантиметров. Такая точность позволяет применять спутниковую навигацию даже при картировании мелких рудопоявлений в масштабе 1:500.

Остановимся на принципах и методах определения координат точек способом GPS. Начнем с GPS навигаторов. Все представленные сегодня на рынке GPS

навигаторы можно разделить на портативные приборы, стационарные приборы и профессиональные комплексы. Портативные GPS навигаторы представляют собой миниатюрные приборы со встроенной GPS антенной, как правило, в водонепроницаемом ударопрочном корпусе (рис. 2). Широкий модельный ряд подобных приборов включает как простейшие устройства, сохраняющие в памяти только координаты точек, так и более сложные модели, позволяющие загружать электронные карты (в том числе и геолого-структурные) и отображать на них текущее положение. Отдельные модели имеют встроенный электронный магнитный компас, для ориентации по сторонам света независимо от приема спутниковых сигналов и барометрический высотомер. Для определения местоположения пунктов наблюдения и решения задач навигации, применяются кодовые спутниковые приемники компании **Garmin** типа GPS II Plus, GPS12 и др., которые, имея сравнительно невысокую стоимость, обеспечивают точность определения плановых координат в абсолютном режиме до 5 м, а при учете региональной поправки – около 2 м. Исходя из этого, портативные навигаторы являются наиболее удобными для полевого этапа геолого-технологического картирования.

Стационарные GPS навигаторы – это приборы, которые размещаются на приборной панели автомобиля и имеют расширенный набор функций для использования в автомобиле. В связи со спецификой работ, при геолого-технологическом опробовании имеют ограниченное применение.

Профессиональные навигационные комплексы, работающие в системе со специализированным оборудованием, используются для высокоточных измерений. Для этих целей используются GPS-приемники геодезического класса (рис. 3).

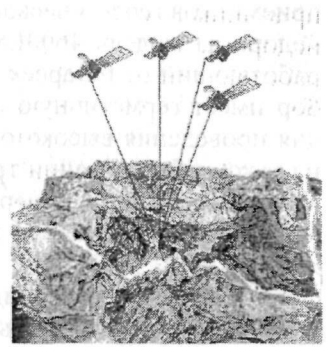


Рис. 1. Схема работы системы GPS: определение координат точки по расстоянию до 4-х спутников



Рис. 2. Портативный GPS навигатор



Рис. 3. GPS навигатор геодезического класса

Использование таких приборов в режиме статики (прибор «база» находится на закрепленной точке с известными координатами, а «мобильный» прибор перемещается по определяемым точкам, производя на них измерения) позволяет получать координаты пунктов с точностью до сантиметров. Большой популярностью среди профессионалов пользуются приемники компании **Trimble** – одного из ведущих производителей GPS-оборудования. Эта компания предлагает на рынке весь спектр GPS-

приемников геодезического класса. Наиболее популярна компактная и относительно недорогая модель 4600LS – одночастотный GPS-приемник геодезического класса, работающий от батареек и не нуждающийся во внешнем источнике питания. Прибор имеет герметичную и ударопрочную конструкцию и эффективно применяется для проведения высокоточных GPS-съемок. Однако, учитывая тот факт, что работа на таком оборудовании требует высокой квалификации сотрудников, а также высокую себестоимость замеров, применяются они лишь при крупномасштабном (1:500 и крупнее) опробовании мелких геологических объектов (например, золотоносные жилы).

Следует иметь в виду, что GPS навигатор умеет лишь выдавать найденные координаты. Как эти данные будут использованы, зависит от программного обеспечения. Существует достаточно много навигационных программ, позволяющих работать и отобразить данные, полученные от GPS. Выбор этих программ зависит, в первую очередь, от модели навигатора и вида карт. В навигации применяются карты двух видов: векторные и растровые электронные.

Векторные изображения описываются математическими уравнениями (векторами), содержащими полную информацию об их основных параметрах (размере, цвете, форме и местоположении). **Растровые изображения** состоят из конечного набора точек (пикселей) разного цвета. Для использования в GPS, карту в этом случае, необходимо не только отсканировать, но и «привязать» к координатной сетке. Каждая из этих видов карт имеет свои преимущества и недостатки и может одинаково успешно применяться при геолого-технологическом картировании. Выбор их обусловлен, в первую очередь, ГИС программой, используемой для построения геолого-технологических карт. Используя собственный опыт, следует признать более приемлемым растровый формат для геологических карт различного вида.

Для работы с растровыми картами чаще всего применяется навигационная программа **OziExplorer**, а с векторными – **ГИС Руща**. Работа с данными программами требует определенных навыков и опыта, но учитывая тот факт, что это выходит за рамки данной статьи, ограничимся только ссылками на соответствующие сайты в Интернете: www.ozexplorer.com; www.gisrussa2.com.



Рис. 4. Соотношение геодезических датумов и поверхности Земли

Более детально необходимо остановиться на характеристике систем координат, определяемых GPS навигатором, поскольку она позволяет однозначно установить положение любой точки на неоднородной и сложной поверхности Земли. Связано это с тем, что в системах координат и математических описаниях поверхности Земли (моделях) нет единства.

На рис. 4 показан разрез Земли – геоид. Он не идеален и обладает довольно сложной формой, которая не поддается математическому описанию. Усредняя все выпуклости и впадины можно получить сфероид с ми-

нимально возможными искажениями для всей поверхности Земли – эллипсоид. Это будет геоцентрический датум. Если его параметры подбираются для Земли в целом, то такой эллипсоид получил название Общего Земного Эллипсоида (ОЗЭ). Таковым являются система WGS-84. По умолчанию в навигаторах установлена именно эта система. Если параметры выбраны для ограниченной области, то задаваемая ими система координат является локальной, как, например, система NAD27 (Пулково 1942) широко применяемая для территории России и Украины. Разница между точками с одинаковыми координатами, но приведёнными в этих двух датумах составляет от 10 до 150 м. Поэтому, имея координаты какой-либо точки на поверхности Земли необходимо знать в каком датуме они были зафиксированы. При этом рекомендуется, чтобы система координат картоматериалов и навигатора соответствовали друг другу. В противном случае требуются дополнительные перерасчеты. Выбор системы координат определяется настройками GPS навигатора и установкой навигационной программы.

Существует два основных режима определения координат с использованием GPS аппаратуры:

1. Абсолютный – когда координаты GPS навигатора вычисляются по показаниям в навигационном окне прибора, относительно абсолютных координат спутников на любой момент измерений (рис. 5). К его преимуществам относится быстрота получаемых результатов, простота и низкая стоимость навигаторов, а недостаток – возникновение различного рода ошибок (нарушение точности и синхронности часов, задержки в движении электромагнитной волны, не точная информация о моментальных координатах спутников, нестабильные условия приёма на антенне и др.), не позволяющих гарантировать точность получаемых координат лучше двух–пяти метров.

2. Относительный режим определения координат подразумевает использование одновременно нескольких спутниковых приёмников, как минимум один из которых позиционируется на геодезическом пункте с известными координатами. Таким образом, положение искомых точек вычисляется не относительно моментальных координат спутников, а по приращению относительно заданного исходного значения на Земле. Данный режим определения координат отличается высокой точностью (до 0,1 метра), однако характеризуется невозможностью получения корректных по точности данных о координатах в короткое время, при существенном удорожании стоимости замеров.

Детально следует остановиться на распределении пунктов отбора проб. Они должны располагаться по картируемому месторождению равномерно, но с учетом направления максимальной изменчивости вещественного состава и текстурно-структурных особенностей руд. В этой связи, при разработке в подготовительный этап схемы отбора проб, на электронную карту с помощью ПЭВМ выносятся по правильной сетке точки опробования (расстояние между ними определяется масштабом картирования) со сгущением в участках, где отмечается наибольшая неоднородность руд. В дальнейшем эти точки в качестве путевых точек «загружают» из компьютера в GPS навигатор. В полевой этап геолого-технологического картирования, двигаясь по этим точкам с помощью навигатора, в отмеченных на карте приемника местах производится отбор необходимых проб. Минералого-технологические и технологические пробы должны отличаться цветом и маркировкой.

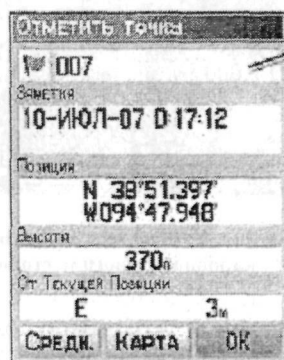


Рис. 5. Навигационное окно портативного GPS приемника

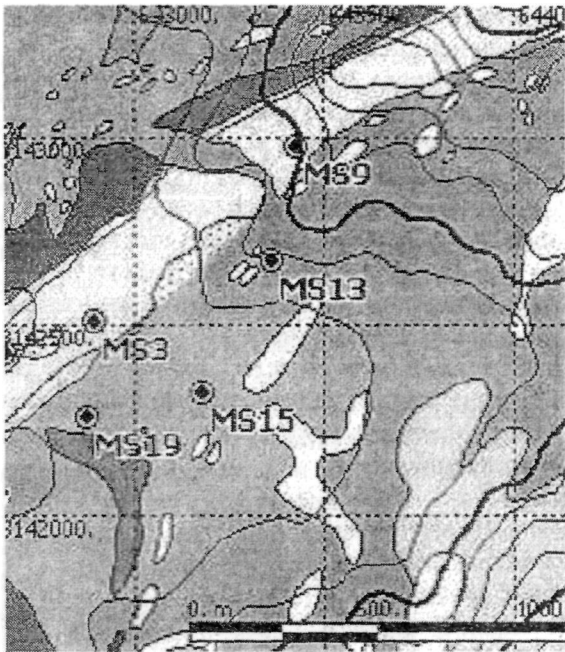


Рис. 6. Фрагмент карты опробования Ковдорского карбонатитового месторождения (горизонт +94 м)

Однако в процессе опробования, геологи часто сталкиваются с проблемой невозможности отбора проб в местах, отмеченных навигатором (например, участки работы технологического оборудования в карьере, зоны обрушения и т. д.). В этом случае отбор пробы осуществляется в максимально доступном месте. Нередко возникает необходимость и в дополнительных пунктах опробования при обнаружении в поле зон или участков, нуждающихся в более глубоком исследовании. При этом должны быть сняты координаты новых точек опробования. В камеральный период эти точки из GPS навигатора переносятся на электронную карту в компьютер (рис. 6). Современные навигаторы могут запоминать до нескольких сотен путевых точек.

Полученный нами опыт проведения геолого-технологического опробования месторождений полезных ископаемых с помощью GPS навигатора в абсолютном режиме, позволяет рекомендовать следующие методические приемы при определении координат точек опробования:

1. При определении координат в каждой точке отбора проб следует проводить не менее 7-ми измерений с интервалом не менее 10. Два крайних измерения отбрасываются, а из остальных выводится среднее. Если прибор имеет функцию усреднения (например, приборы **Garmin** серий GPS 12), то замеры необходимо проводить не менее 1 на каждой точке.
2. При отборе технологических проб рекомендуется определять координаты трех точек, расположенных не ближе 15 м друг от друга и образующих треугольник с углами не менее 30°.
3. Измерения следует производить при максимальной точности прибора.
4. При определении координат следует вести журнал отбора проб, в котором отмечается время проведения измерений (год, дата, часы, минуты), время и количество измерений на точке, оцениваемая точность, усредненное местоположение.

Бурное развитие компьютерной техники вносит свои коррективы в методику картирования месторождений полезных ископаемых с помощью спутниковой навигации. Так, в настоящее время, в помощь геологам поступили мобильные устройства **Discover Mobile**, делающие сбор, управление, обработку и анализ практически любых наборов пространственных данных во время полевых исследований удобным и как никогда простым. Полная поддержка GPS, обширный набор инструментов для создания и редактирования объектов, позволяет с помощью **Discover Mobile** картировать геологические границы, разломы, обнажения и т. п., которые автоматически появляются на цифровой карте миникомпьютера.

Разрабатываемая на основе геолого-технологического картирования модель

месторождения, направлена, в первую очередь, на обеспечение управления технологических режимов в условиях горно-обогатительного предприятия [7]. Сегодня GPS навигация внедряется уже и в процесс контроля за процессами рудоподготовки. Так, в настоящее время, на горно-обогатительных комбинатах России и Украины широко внедряется в производство система диспетчеризации «Карьер», представляющая автоматизированную систему управления горно-транспортным комплексом, в которой одним из элементов является модуль слежения за технологическим транспортом с помощью GPS [8].

Выводы. Таким образом, применение GPS навигации при проведении геолого-технологического картирования месторождений полезных ископаемых является крайне перспективным. Широкое внедрение этого метода в практику геолого-разведочных работ будет способствовать увеличению эффективности результатов работ, при существенном снижении их стоимости. При этом, прежде всего, следует обратить внимание на следующие аспекты этой проблемы: необходимость подготовки кадров в области геоинформационных технологий; улучшение материально-технической базы соответствующих геологических организаций и разработка новых методических приемов определения координат точек отбора с помощью GPS.

Библиографические ссылки

1. Коц, Г. А. Технологическое опробование и картирование месторождений / Г. А. Коц, С. Ф. Чернопятков, И. В. Шманенков. – М., 1980. – 288 с.
2. Берлянт, А. М. Электронное картографирование в России / А. М. Берлянт // Соросовский образовательный журнал. – Т. 6. – 2000. – № 1. – С. 64–70.
3. Бровко Б. А. Особенности использования спутниковых навигационных технологий в системе КТМ для актуализации цифровых дежурных топографических основ / Б. А. Бровко, С. А. Ефимов, Б. А. Бородко, А. В. Струнников // Геодезия и картография. – 2007. – №4. – С. 13–19.
4. Леонов, Б. К. GPS: Все что Вы хотели знать, но боялись спросить / Б. К. Леонов. – М., 2006. – 352 с.
5. Баранов, Ю. Б. Геоинформационные технологии в геологии и недропользовании / Ю. Б. Баранов, Р. В. Грушин // Геопрофи. – 2006. – №2. – С. 4–7.
6. Холошин, І. В. Роль геоінформаційних технологій при геолого-технологічному картуванні родовищ / І. В. Холошин // Матеріали VI інтернет-конференції «Сучасність, наука, час. Взаємодія та взаємовплив». – К., 2009. – С. 11–14.
7. Пирогов, Б. И. Геолого-технологическое моделирование комплексных железорудных месторождений / Б. И. Пирогов, И. В. Холошин // Геолого-технологическое моделирование рудных месторождений. – СПб., 1993. – С. 83–95.
8. Владимиров, Д. Я. Система диспетчеризации «КАРЬЕР»: от мониторинга большегрузных автосамосвалов к управлению горно- транспортным комплексом и оптимизации горных работ в карьере / Д. Я. Владимиров, А. И. Клебанов, А. И. Перепелицин // Горная промышленность. – 2004. – №4. – С. 12–16.

Надійшла до редакції 17.12.09

УДК 553.411 (477)

О. В. Бондар, Н. Ф. Дуднік

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИСТАЛОМОРФОЛОГІЇ І СКЛАДУ ПІРИТІВ ІЗ РУДНИХ ЗОН СЕРЕДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я

Вивчалася форма кристалів піриту з метою використання даного матеріалу для пошуку та оцінки рудопроявів золота.

Ключові слова: пірит, золото, сингонія, кристали, Середнє Придніпров'я.

Изучалась форма кристаллов пирита с целью использования данного материала для поиска и оценки рудопроявлений золота.

Ключевые слова: пирит, золото, сингония, кристаллы, Среднее Приднепровье.

Form crystals of pyrite was studied in order to use this material for search and evaluation of gold ore occurrences.

Keywords: pyrite, gold, crystal system, crystal, Middle Pridneprovie.

Постановка проблеми. Огляд золотоносності Українського кристалічного щита, зеленокам'яних структур Українського кристалічного щита, Солонянського золоторудного поля, родовищ Сергіївське та Балка Золота свідчить про те, що виявлення золотоносності України та відкриття промислових золотоносних родовищ є одним із головних досягнень за останні три десятиріччя. Золоте зруденіння України розвивалося від раннього докембрію (3100–2900 млн. років) до кайнозою (303 млн. років). Найпродуктивнішими металогенічними епохами були пізньоархейська, ранньопротерозойська, середньо-пізньопротерозойська, герцинська та альпійська.

Мета роботи. Наведені мінералого-геохімічні особливості, розподіл та зв'язки золота і супровідних елементів у золотоносних піритах із кислих і основних порід золоторудних родовищ Середнього Придніпров'я.

Викладення основного матеріалу. Пірити утворюються у великому діапазоні температур і за походженням можуть бути пізньомагматичними, гідротермальними або навіть гіпергенними. Форма кристалів піриту залежить від часу його виділення, особливостей складу і окисно-відновлювальних умов процесу кристалізації.

Найбільш стійкими в різних стадіях гідротермального процесу є кристали кубічного, октаедричного і пентагондодекаедричного вигляду, рідко ромбододекаедричної і тетрагонтриоктаедричної форми.

Багато дослідників вважають [1], що у високотемпературній стадії розвиваються в основному кубічні і октаедричні кристали, ромбододекаедричної і тетрагондодекаедричної форми з вищими елементами симетрії, в середньотемпературній – пентагондодекаедричні, а в низькотемпературній – поліедричні кристали, утворені гранями куба і пентагондодекаедра.

Приблизно 45 % золотовміщуючих піритів Середнього Придніпров'я представлено ідіоморфними і близько ідіоморфними кристалами, решта 55 % – неправильними виділеннями. В їх числі більше 32 % мають розмір від 0,5 до 1 мм; 21 % – від 0,2 до 0,3 мм; 13 % – від 0,1 до 0,2 мм; 13 % – від 0,3 до 0,4 мм. У значній більшості з них (65,2 %) вміст золота нижчий за 100 г/т.

Кристаломорфологічні різновиди піриту були вивчені в концентратах із зон дезінтеграції в корах звітрювання за кислими породами (св. 971, гл. 51,0–72,0 м) і за основними породами (св. 971, гл. 72,0–78,0 м).

У корах звітрювання по основним породам і лиственітоподібним метасоматитам розвинені переважно кристали піриту кубічного габітусу {100}. Спостерігаються також полігональні зростки кубів і рідше двійники зростання. Друге місце за частотою зустрічаємості займають пірити октаедричного габітусу {111}. У вигляді поодиноких спостерігаються ромбододекаедричні форми {211}.

Серед складних поліедрів переважають кубооктаедри (з переважаючим розвитком граней куба). Таким чином, куб і октаедр є переважаючими звичними формами піритів основних порід. Для піритів характерний світлий латунно-жовтий колір і сильний металевий блиск. Безпосередньо в зоні самого контакту основних порід з кислими процентний вміст піриту у кислих породах зменшується до 1–5 % і різко збільшується вміст турмаліну – до 60 %.

У корах звітрювання по кислим породам переважають кристали піриту неправильної форми, рідше спостерігаються кристали кубічного габітусу {100} і полігональні зростки кубів. Друге місце за частотою зустрічаємості займають пентагондододекаедричні форми {210} у вигляді дуже дрібних кристалів розміром від 0,001 до 0,01 мм, ще рідше трапляються пірити октаедричного і ромбододекаедричного габітусу {110}. Серед складних поліедрів спостерігаються комбінації кубу і пентагондододекаедра {100}, {210} і кубооктаедри (з гранями тетраедра на протилежних вершинах кубу).

Таким чином, для піритів з кислих вулканітів крім форм з високими елементами симетрії є характерними також форми з більш низькими елементами симетрії.

Безпосередньо поблизу контакту кислих і основних порід у кислих породах спостерігаються кристали піриту кубічної форми та їх полігональні зростки темносірого, майже чорного кольору. Можливою є присутність сажистого різновиду піриту чорного кольору. На багатьох кристалах піриту спостерігається плівка зеленого нальоту (результат окислення міді). Для піритів кислих порід характерний латунно-жовтий колір з рожеватим відтінком і блиском від матового до напівметалевого. Наявність полігональних зростків піриту дозволяє зробити деякі висновки про генерації піриту.

Пірити, що мають правильні кристаломорфні форми (куб, октаедр) і вищі елементи симетрії можна віднести до піритів першої генерації. До другої генерації, очевидно, слід віднести більш дрібні, зачасту мікронні і субмікронні зерна піриту, які нерідко нарастають на більш крупні виділення піриту (I генерації), утворюючи полігональні зростки. Підтвердженням існування більш пізньої (II генерації) піриту може бути розвиток його дрібних зерен, що спостерігаються по периферії більш крупних (I генерації).

У піритах із основних порід, в основному, розвинені форми з вищими елементами симетрії: куб і октаедр. Складні поліедри також утворюють комбінації кристалів з вищими елементами симетрії.

В піритах із кислих порід крім кристалів кубічної і рідко октаедричної форми спостерігаються кристали пентагондододекаедричного габітусу і комбінації пентагондододекаедра і кубу (з більш низькими елементами симетрії). Пояснення природи складних поліедрів піриту потребує детального і комплексного вивчення. Перш за все, їх необхідно вивчити на більшому статистичному матеріалі для відновлення закономірностей появи тих чи інших форм і встановити причини підвищення симетрії.

Пірити є носіями, а іноді і концентраторами більшості халькофільних елементів. Вивчення закономірностей розподілу в них елементів-домішок має не тільки теоретичний інтерес, але й велике практичне значення. Огляд літератури щодо вмісту елементів-домішок у піритах різного генезису був зроблений рядом авторів [2–5].

Найкраще вивчені рідкі елементи у піритах гідротермального генезису. З літературних даних виходить, що форма знаходження рідких елементів у піритах різна. Багато дослідників вважають [6], що обмежено ізоморфними елементами-домішками у піритах є тільки кобальт, нікель, мідь, селен і телур і, можливо, платиноїди на чолі з рутенієм. До ізоморфних замісників заліза $[\text{Fe}^{+2}]$ у піриті відносяться: $[\text{Co}^{+2}]$, $[\text{Ni}^{+2}]$, $[\text{Cu}^{+2}]$. Сірчаний радикал у піриті – спарені атоми $[\text{S}^{-2}]$ ізоморфно заміщується радикалом $[\text{Se}^{-2}]$ і $[\text{Te}^{-2}]$. Виходячи із специфіки структури піриту ізоморфне заміщення в ньому заліза іншими елементами, такими як срібло, золото, ванадій, сурма, титан, телур та інші, вважають цілком неможливим. Також вважається неможливим заміщення радикалу $[\text{S}^{-2}]$ на $[\text{AsS}]$ або $[\text{AsS}_2]$, через те що і у першому і в другому випадку потрібна компенсація валентності, яка у структурі, подібній до піриту, не відбувається.

Компенсація валентності за даною схемою навряд чи можлива ($2\text{Fe}^{-2} - \text{Fe}^{+3} + \text{Au}^{+1}$). У цьому випадку ізоморфне заміщення $[\text{S}^{-2}]$ на $[\text{AsS}]$ вимагає такої ж компенсації, а вона відсутня у природі.

Багато дослідників відносять домішки срібла, золота, ванадію, сурми, титану, телуру та інших епітаксичних вrostків сульфідних мінералів і вважають, що привнесення до піриту золота може здійснюватися за рахунок епітаксичних вrostків телуридів типу сильваніту.

У піритах Середнього Придніпров'я концентруються переважно рудні халькофільні елементи, особливо сурма, телур, свинець, мідь, нікель, кобальт, ванадій, титан, миш'як, вісмут, селен, а також золото і срібло, для яких вони можуть розглядатися, як геохімічні мінерали-індикатори. Літофільні елементи, такі як ніобій, галій, циркон і марганець у піриті, як правило, не накопичуються. Хоча у піритах із кислих вулканітів у малих концентраціях присутні марганець (0,01–0,5 %), циркон (0–0,7 %). Крім того присутні: 3 % і більше алюмінію, до 10 % і більше кальцію.

У вивчених піритах установлена наявність різних мікрровключень власних мінералів (рудних): халькопіриту, галеніту, сфалериту, магнетиту і титаномангнетиту [7; 8].

Привнесення до піриту золота, срібла та інших елементів може здійснюватися за рахунок механічних або епітаксичних вrostків телуридів нікелю, золота і срібла і других телуридів групи сильваніту: геситу (Ag_2Te), петциту (Ag_3AuTe_2), меланіту (NiTe_2), телуробісмутиту (Bi_2Te_3), а також самородних золота і срібла [9].

Таким чином, крім кристалічних факторів (ізоморфізму) важливими вирішальними причинами концентрації елементів-домішок у піритах є їх концентрація в гідротермальних розчинах, тобто геолого-мінералогічні і геохімічні фактори.

Дані про вміст елементів у піритах були одержані у вигляді кількісних визначень (у %) лазерним мікроспектральним аналізом на установці ЛМА (н. с. Н. О. Приходько, НДІ геології ДНУ).

Спроба визначити залежність між формою кристалів піриту і вмістом у них рудних і рідких елементів не дали однозначних результатів.

Кубічні кристали піриту і полігональні зростки кубічної форми з кислих вулканітів, характеризуються постійним вмістом міді, кобальту і нікелю: мідь – 0,0001–0,4 %, середнє – 0,01 %; кобальт – 0,0001–0,04 %, середнє – 0,01 %; нікель – 0,0001–0,005 %, середнє – 0,002 % і значеннями Ni/Co – 0,025–1,0 %.

Дані кристаломорфологічні типи характеризуються слідовими домішками золота і відсутністю срібла. Крім вище перелічених елементів-домішок для піритів характерна концентрація другорядних елементів, які присутні епізодично – титан і хром. Причому, в кубічних формах концентрація титану коливається від 0,001 до 1 %, середні значення – 0,1 %, менше ніж у полігональних зростках піриту від 0,001 до 2,5 %, середнє значення – 0,16 %. Концентрація хрому в них спостерігається епізодично і коливається від 0,00 до 0,02 % (табл. 1).

Таблиця 1

Кристалохімічна характеристика піритів і мікроелементний склад піритів з кислих вулканітів

Номер св., глибина, м	Габітус кристалів	Вміст елементів-домішок, %						Відношення Ni/Co	Розмір кристалів, мкм
		Au	Cu	Cr	Co	Ti	Ni		
К-971 60,0 –61,0	Кубічні форми	–	0,001	0,0010	0,005	0,001	0,003	0,600	190x200
		–	0,005	–	0,010	0,050	0,005	0,500	150x150
		–	0,001	–	0,005	0,001	0,001	0,200	150x150
		–	0,008	–	0,005	0,001	0,001	0,200	150x150
		–	0,001	–	0,009	0,001	0,001	0,110	150x150
		–	0,007	–	0,030	0,100	0,003	0,100	350x300
		сл.	0,007	–	0,008	0,005	0,001	0,120	100x100
		сл.	0,005	–	0,005	0,250	0,001	0,200	90x90
		–	0,050	0,0020	0,040	1,000	0,001	0,250	500x450
		–	0,010	0,0020	0,010	0,002	0,002	0,200	400x350
		–	0,020	0,0020	0,040	0,010	0,002	0,050	120x120
	–	0,005	0,0020	0,030	0,100	0,002	0,060	250x250	
	від	0	0,001	0,0010	0,005	0,001	0,001	–	–
	до	сл.	0,050	0,0020	0,040	1,000	0,005	–	–
середнє	–	0,010	0,0007	0,010	0,100	0,002	–	–	
К-971 60,0 –61,0	Полігональні зростки кубів	–	0,003	0,0010	0,008	>1,0000	0,003	0,380	250x250
		–	0,001	0,0010	0,007	0,001	0,003	0,420	300x300
		–	0,005	–	0,001	0,001	0,001	1,000	150x150
		сл.	0,020	–	0,006	0,250	0,001	0,170	300x300
		–	0,005	–	0,005	0,100	0,001	0,200	90x90
		–	0,005	0,0200	0,001	0,002	0,001	1,000	500x450
		–	0,020	0,0200	0,010	0,100	0,002	0,200	100x150
		–	0,008	0,0200	0,020	0,010	0,002	0,100	150x160
		–	0,008	0,0200	0,020	0,080	0,002	0,100	500x450
	–	0,008	0,0200	0,030	0,090	0,002	0,070	250x250	
	від	0	0,001	0,0000	0,001	0,001	0,001	–	–
	до	сл.	0,020	0,0200	0,030	>1,0000	0,003	–	–
середнє	–	0,008	0,0100	0,010	0,160	0,001	–	–	

Примітка: сл. – сліди.

Наявність у піритах титану і хрому, вірогідно, обумовлена мікроростками і зростаннями з ними магнетиту і титаномангнетиту у вигляді самостійних мінеральних фаз. Октаедричні і пентагондодекаедричні кристали піриту, а також поліедричні кристали (комбінації пентагондодекаедра і кубу) характеризуються також постійним, але більш низьким вмістом: міді – 0,001–0,02 %, середнє – 0,007 %; кобальту – 0,00–

0,008 %, середнє значення – 0,001 %; нікелю – 0,001–0,003 %, середнє – 0,002 % і значеннями Ni/Co – 0,2–3,0 %. Концентрація в них другорядних елементів (титану і хрому) також знижується: титан – 0,001–0,3 %, середнє 0,06 %; хром – 0,00–0,001 %, середнє – 0,0008 %. Епізодично присутній ванадій – 0,00–0,01 %. Домішки золота і срібла в даних формах відсутні (табл. 2).

Таблиця 2

Кристаломорфологічна характеристика піритів і мікроелементний склад піритів з кислих вулканітів

Номер св., глибина, м	Габітус і вигляд кристалів	Вміст елементів-домішок, %							Відношення Ni/Co	Розмір кристалів, мкм
		Au	Cu	V	Cr	Co	Ti	Ni		
К-971 60,0 –61,0	Октаедр	–	0,003	–	0,0010	–	0,0010	0,001	–	100x100
	Октаедр	–	0,005	–	0,0010	0,0080	0,0010	0,003	0,370	200x200
	Пентагон-додекаедр	–	0,005	–	0,0010	0,0080	0,0100	0,003	0,370	165x165
	Октаедр	–	0,001	–	0,0010	0,0010	0,0010	0,003	3,000	150x190
	Пентагон-додекаедр та куб	–	0,020	0,010	–	0,0050	0,3000	0,001	0,200	150x125
	від	–	0,001	0,000	0,0000	0,0000	0,0010	0,001	–	–
	до	–	0,020	0,010	0,0010	0,0080	0,3000	0,003	–	–
	середнє	–	0,007	–	0,0008	0,0040	0,0600	0,002	–	–
К-971 60,0 –61,0	Призматична форма	–	0,008	–	–	0,0030	>1,0000	0,003	1,000	130x100
	Видовжена форма	–	0,500	–	–	0,0300	0,1000	0,003	0,100	325x300
		–	0,007	–	–	0,0010	0,3000	0,001	1,000	300x150
	Призматично-видовжена форма	0,005	0,005	–	–	0,0400	0,0050	0,001	0,250	300x165
	від	–	0,005	–	0,0020	0,0100	0,0020	0,001	0,100	100x80
	до	0,000	0,500	–	0,0020	0,0400	>1,0000	0,003	–	–
	середнє	0,001	0,100	–	0,0004	0,0200	0,3000	0,001	–	–
К-971 60,0 –61,0	Неправильні обмеження	–	0,003	–	0,0010	0,0080	0,0100	0,003	0,370	200x300
		–	0,001	–	0,0010	0,0080	0,1000	0,003	0,370	180x100
		–	0,001	–	0,0010	0,0050	0,0010	0,003	0,600	250x300
		сл.	0,007	–	–	0,0080	0,0050	0,001	0,125	160x100
		–	0,008	–	0,0020	0,0300	–	0,002	0,070	250x300
	від	–	0,001	–	0,0000	0,0050	0,0000	0,001	–	–
	до	–	0,008	–	0,0020	0,0300	0,1000	0,003	–	–
	середнє	–	0,004	–	0,0010	0,0100	0,0200	0,002	–	–

У піритах неправильної і видовжено-призматичної форми присутні також підвищені і постійні концентрації: мідь (0,001–0,008 %), середнє – 0,004 %; кобальт (0,005–0,03 %), середнє 0,01 %; нікель (0,001–0,003 %), середнє – 0,002 %; значення Ni/Co – 0,1–1 %. Спостерігаються незначні концентрації золота (сл. – 0,005 %) при відсутності срібла. У вигляді другорядних епізодично присутні титан (0,00–0,1 %), середнє – 0,02 % і хром (0,00–0,002 %), середнє – 0,001 %.

Таким чином, у піритах з кислих вулканітів спостерігається досить висока концентрація міді, нікелю, кобальту. Дані елементи-домішки є найбільш характерними індикаторними елементами у піритах.

Висновки. Висока ступінь концентрації халькофільних елементів дозволяє зробити деякі висновки щодо генезису:

1) у піритах з кислих вулканітів спостерігається концентрація міді, кобальту, нікелю, титану – тобто характерних елементів основної маги;

2) встановлено, що високотемпературні пірити містять підвищені кількості кобальту і нікелю. За даними Н. С. Бородіної піритам гранітоїдів габрової формації притаманні сильно підвищені концентрації нікелю і особливо кобальту.

На основі отриманих даних можна припустити, що кислі вулканіти Середнього Придніпров'я є похідними диференціалами основної маги.

Характер розподілу мікроелементів у піритах з основних вулканітів дещо інший, ніж у піритах з кислих вулканітів (табл. 2, 3, 4). Помітна деяка відмінність у кількісному вмісті і в наборі мікроелементів у піритах з порід різного складу. У піритах з основних порід спостерігається концентрація переважно халькофільних елементів: мідь, кобальт, нікель, молибден, цинк, а також золото і срібло. Літофільний елемент – марганець спостерігається в незначних концентраціях (0,01–0,5%).

Найбільш характерними і постійними індикаторними елементами-домішками у піритах із основних вулканітів можна вважати: мідь, кобальт, нікель, срібло, титан. Уміст золота, ванадію, цинку, молибдену, хрому спостерігається епізодично і залежить від фізико-хімічних умов кристалізації і, можливо, від кристаломорфологічних особливостей піритів.

Своєрідність складу піритів з основних порід полягає у постійному і підвищеному вмісті в них срібла і міді, в той час як вміст кобальту і нікелю – знижений.

В основних породах переважають пірити кубічного і кубооктаедричного габітусу з домішками мікроелементів: мідь (0,001–0,1 %), середнє – 0,03 %; кобальт (0,004–0,02 %), середнє – 0,007 %; нікель (0,001–0,002 %), середнє – 0,001 %. Вони характеризуються контрастним відношенням нікелю і кобальту (0,05–0,4 %).

Найбільш інтенсивно і повсюди у піритах кубічного і кубооктаедричного габітусу накопичується срібло (сл. – більше 1 %) – середнє значення дорівнює 0,04 %. Дослідження також показали, що найбільший вміст золота (більше 1 %) мають кристали, обмежені гранями куба. У них вміст золота коливається від 0,00 до більше 1 %, середнє значення – 0,04 %.

Крім того, у піритах кубічного і кубооктаедричного габітусу комплекс епізодично супроводжуючих їх елементів-домішок більш різноманітний: ванадій (0,00–0,01 %), середнє – 0,0003 %; цинк (0,00–0,02 %), середнє – 0,001 %; молибден (0,00–0,003 %), середнє – 0,001 %; хром (0,00–0,003 %), середнє – 0,007 %; титан (0,002–0,15 %), середнє – 0,03 %.

Вміст молибдену вищий в кубооктаедричних формах, а вміст золота і срібла – в кубічних кристалах (табл. 3, 4).

У полігональних зростках кубічних кристалів відмічається слідуєчий склад елементів-домішок: срібло (сл. – 0,002 %), середнє – 0,0003 %; мідь (0,003–0,05 %), середнє – 0,01 %; хром (0,00–0,002 %), середнє – 0,0003 %; кобальт (0,005–0,02 %) середнє – 0,007 %; нікель (0,001–0,002 %), середнє – 0,001 %; титан (0,001–0,2 %), середнє – 0,05 %.

У полігональних зростках кубічних кристалів відсутні концентрації золота, ванадію, цинку, молибдену і спостерігається на порядок нижчий вміст срібла (табл. 4).

Кристаломорфологічна характеристика і мікроелементний склад піритів із основних вулканітів

Номер св., глибина ,м	Габітус і вигляд кристалів	Вміст елементів-домішок, %										Відношення Ni/Co	Розмір кристалів, мкм
		Au	Ag	Cu	V	Zn	Mo	Cr	Co	Ti	Ni		
К-971 72,0-75,0	Кубічні форми	> 1,0000	> 1,0000	0,100	-	-	сл.	0,0020	0,007	0,008	0,0010	0,14	800x800
		-	0,0001	0,050	-	-	сл.	-	0,006	0,005	0,0020	0,33	1000x800
		0,005	0,0001	0,030	-	-	сл.	сл.	0,006	0,004	0,0020	0,33	1200x1200
		-	0,0008	0,030	-	-	-	-	0,006	0,004	0,0020	0,33	1200x1200
		-	0,0008	0,030	-	-	-	-	0,006	0,004	0,0020	0,33	1200x1200
		-	0,0008	0,060	-	-	-	-	0,006	0,150	0,0020	0,33	500x500
		-	0,0001	0,060	-	-	-	0,0100	0,006	0,010	0,0020	0,33	900x900
		-	0,0006	0,007	0,0100	0,010	сл.	0,0030	0,010	0,010	0,0020	0,20	500x500
		0,005	0,0006	0,100	-	0,010	-	-	0,010	0,060	0,0020	0,20	800x500
		-	0,0001	0,005	-	-	сл.	сл.	0,006	0,002	0,0020	0,33	300x200
		-	0,0001	0,004	-	-	-	-	0,004	0,006	0,0010	0,25	1200x1200
		-	0,0001	0,006	-	-	0,0030	-	0,006	0,008	0,0010	0,17	300x300
		-	сл.	0,050	-	-	-	-	0,007	0,005	0,0008	0,11	800x800
		-	сл.	0,050	-	-	сл.	-	0,008	0,010	0,0020	0,25	500x500
		-	0,0007	0,010	-	-	-	-	0,005	0,040	0,0020	0,40	300x300
		-	сл.	0,005	-	-	0,0010	0,0020	0,007	0,010	0,0010	0,14	150x150
		-	сл.	0,006	-	-	0,0010	0,0020	0,007	0,010	0,0010	0,14	200x200
		-	сл.	0,100	-	-	-	-	0,007	0,005	0,0010	0,14	200x300
		-	сл.	0,008	-	-	-	-	0,005	0,100	0,0010	0,20	300x300
		-	сл.	0,005	-	-	-	-	0,006	0,006	0,0010	0,17	150x150
		-	сл.	0,010	-	-	-	-	0,006	0,050	0,0010	0,17	120x120
		-	сл.	0,010	-	0,020	сл.	-	0,006	0,150	0,0020	0,33	150x150
		-	сл.	0,006	-	-	-	-	0,008	0,040	0,0010	0,12	200x150
		-	сл.	0,006	-	-	-	0,0010	0,006	0,008	0,0010	0,17	200x150
		0,005	сл.	0,020	-	-	-	-	0,020	0,008	0,0010	0,05	100x100
-	сл.	0,001	-	-	-	-	0,005	0,005	0,0010	0,20	150x150		
від	0	сл.	0,001	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,004	0,002	0,0010	-	-	
до	> 1,0000	> 1,0000	0,100	0,0100	0,020	0,0030	0,0030	0,020	0,150	0,0020	-	-	
середнє	0,040	0,040	0,030	0,0003	0,001	0,0001	0,0004	0,007	0,030	0,0010	-	-	

Кристаломорфологічна характеристика піритів і мікроелементний склад піритів з основних вулканітів

Номер св., глибина, м	Габітус і вигляд кристалів	Вміст елементів-домішок, %										Відношення Ni/Co	Розмір кристалів, мкм
		Au	Ag	Cu	V	Zn	Mo	Cr	Co	Ti	Ni		
К-971 72,0 – 75,0	Кубооктаедри	–	0,00010	0,010	–	–	сл.	0,0010	0,008	0,0080	0,001	0,12	1000x500
		–	0,00100	0,003	–	–	0,0010	–	0,008	0,0050	0,002	0,25	800x800
		–	0,00010	0,030	–	–	сл.	0,0010	0,006	0,1000	0,002	0,33	1000x800
		–	0,00070	0,001	–	–	–	0,0080	0,005	0,0100	0,002	0,40	300x300
	від	–	0,00010	0,001	–	–	сл.	0,0000	0,005	0,0050	0,002	–	–
	до	–	0,00100	0,010	–	–	0,0010	0,0080	0,008	0,1000	0,002	–	–
	середнє	–	0,00040	0,010	–	–	0,0002	0,0020	0,006	0,0300	0,001	–	–
К-971 72,0 – 75,0	Полігональні зростки кубів	–	0,00010	0,050	–	–	сл.	–	0,006	0,0050	0,002	0,33	800x800
		–	0,00010	0,010	–	–	–	–	0,005	0,2000	0,002	0,40	1000x500
		–	0,00200	0,006	–	–	–	0,0020	0,010	0,0080	0,002	0,20	900x800
		–	0,00010	0,005	–	–	сл.	сл.	0,006	0,0020	0,002	0,33	700x700
		–	0,00010	0,003	–	–	–	–	0,006	0,0500	0,001	0,17	500x500
		–	0,00040	0,004	–	–	–	–	0,005	0,0400	0,001	0,20	500x500
		–	0,00070	0,010	–	–	–	0,0010	0,006	0,0400	0,002	0,33	300x200
		–	сл.	0,008	–	–	–	–	0,005	0,1000	0,001	0,20	300x300
	–	сл.	0,010	–	–	–	–	0,020	0,0060	0,001	0,05	180x180	
	від	–	сл.	0,003	–	–	0,0000	0,0000	0,005	0,0010	0,001	–	–
до	–	0,00200	0,050	–	–	сл.	0,0020	0,020	0,2000	0,002	–	–	
середнє	–	0,00030	0,010	–	–	–	0,0003	0,007	0,0500	0,001	–	–	
К-971 72,0 – 75,0	Неправильно-видовжені призматичні форми	–	сл.	0,008	–	–	сл.	–	0,006	0,0040	0,001	0,17	500x600
		–	сл.	0,006	–	–	–	0,0010	0,008	0,3000	0,001	0,12	800x800
		–	сл.	0,005	–	–	0,001	–	0,007	0,0100	0,001	0,14	1300x1300
		–	сл.	0,001	–	–	–	–	0,005	0,0009	0,001	0,20	1000x700
		–	сл.	0,100	–	–	–	–	0,005	0,0040	0,002	0,40	500x500
		–	0,00010	0,005	–	–	сл.	сл.	0,006	0,0040	0,002	0,33	600x600
		–	0,00010	0,300	0,0080	–	0,0030	0,0030	0,008	0,1000	0,003	0,37	500x500
		–	0,00010	0,010	–	–	–	–	0,006	0,0300	0,002	0,33	500x500
		–	0,00010	0,004	–	–	–	–	0,008	0,0020	0,002	0,25	600x300
		–	0,00010	0,060	–	0,0100	–	–	0,006	0,0080	0,008	1,33	900x600
		–	0,00010	0,040	–	–	–	–	0,005	0,0080	0,001	0,20	400x400
		–	сл.	0,004	–	–	–	–	0,007	0,0030	0,001	0,14	200x200
		від	–	сл.	0,001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,005	0,0009	0,001	–
до	–	0,00010	0,300	0,0080	0,0100	0,0030	0,0030	0,008	0,3000	0,008	–	–	
середнє	–	0,00005	0,040	0,0006	0,0008	0,0002	0,0002	0,006	0,0300	0,002	–	–	

Своєрідним є і склад піритів неправильної і видовжено-призматичної форми: мідь (0,001–0,3 %), середнє – 0,04 %; кобальт (0,005–0,008 %), середнє – 0,006 %; нікель (0,001–0,008 %), середнє – 0,002%; срібло (сл. – 0,0001 %), середнє – 0,00005 %; титан (0,0009–0,3 %), середнє – 0,03 %. Епізодично і в дуже незначних кількостях в них присутні: ванадій (0,00–0,008 %), середнє – 0,0006 %; цинк (0,00–0,01 %), середнє – 0,0008 %; молібден (0,00–0,001 %), середнє – 0,00008 %; хром (0,00–0,003 %), середнє – 0,0002 %.

Таким чином, кристали піриту даного вигляду характеризуються найбільш низьким вмістом срібла (сл. – 0,0001 %), середній – 0,00005 % і відсутністю концентрацій золота, але більш високими концентраціями міді.

На основі викладеного вище можна зробити наступні висновки:

1. Важливою особливістю складу піритів із основних вулканітів є підвищені концентрації, у першу чергу, срібла (400 г/т), міді (1000 г/т), цинку (200 г/т), що є характерним важливим геохімічним критерієм для золотосульфідних родовищ:

2. У піритах із основних вулканітів у порівнянні з піритами з кислих порід з'являються такі мікроелементи як ванадій, цинк, молібден, значно збільшується вміст срібла і особливо міді, що свідчить про наявність низькотемпературної генерації цього мінералу;

3. Мінералогічним пошуковим критерієм на золото є кристали піриту з основних порід кубічного габітусу. Золото міститься в кількостях від 0,005 до > 1 %, середнє – 0,04 % (400 г/т). Наявність золота у піритах є геохімічним індикатором золотого зруденіння. Багато авторів вважають, що тяжіння золота до піриту пов'язане з явищем його сорбції і одночасної кристалізації власних сполук з сурмою (Sb) і з телуром (Te). Їх розклад з падінням температури (розклад твердого розчину) і привів до знаходження емульсійної вкрапленості золота у піритах. Пірити є носіями і концентраторами золота;

4. Срібло розподіляється у піритах нерівномірно, що залежить, головним чином, від температури їх утворення. Від найбільш високотемпературних генерацій піритів (з кислих вулканітів до більш низькотемпературних з основних порід) вміст срібла збільшується [5];

5. У піритах з кислих вулканітів відмічені підвищені концентрації кобальту і нікелю. Причому концентрації кобальту встановлені в більш високих кількостях, ніж нікелю, хоча його кларк майже в три рази нижчий. Можна припустити, що пірити з кислих вулканітів є більш високотемпературними. Високий вміст кобальту і нікелю, вірогідно, пояснюється тим, що в регіоні присутні основні і ультраосновні породи, які є їх джерелом;

6. На основі викладеного вище можна виділити пірити двох генетичних типів: а) пірити, пов'язані з гідротермальною стадією рудоутворення. У піритах відмічені підвищені концентрації золота, срібла, міді, ванадію, цинку, молібдену, хрому, нікелю, кобальту (табл. 5); б) пірити, пов'язані з гранітоїдами базальтоїдного походження, особливістю яких є підвищені концентрації міді, нікелю, кобальту, титану (табл. 6).

Таблиця 5

Середній вміст мікроелементів в піритах з основних порід, %

Кристаломорфологічні типи піритів	Au	Ag	Cu	V	Zn	Mo	Cr	Co	Ti	Ni
Кубічний габітус	0,04	0,04000	0,03	0,0030	0,0010	0,00100	0,0004	0,007	0,03	0,001
Полігональні зростки кубічних кристалів	–	0,00030	0,01	–	–	–	0,0003	0,006	0,05	0,001

Кристаломорфологічні типи піритів	Au	Ag	Cu	V	Zn	Mo	Cr	Co	Ti	Ni
Неправильної і призматично-подовженої форми	–	0,00005	0,04	0,0006	0,0008	0,00008	0,0002	0,006	0,03	0,002
Кубооктаедричний габітус	–	0,00040	0,01	–	–	0,00020	0,0020	0,006	0,03	0,001

Таблиця 6

Середній вміст мікроелементів у піритах із кислих порід, %

Кристаломорфологічні типи піритів	Au	Ag	Cu	V	Zn	Mo	Cr	Co	Ti	Ni
Пентагондодкаедричний габітус	–	–	0,007	–	–	–	0,0008	0,004	0,06	0,002
Призматично-подовженої форми	0,001	–	0,100	–	–	–	0,0040	0,020	0,30	0,001
Неправильної форми	сл.	–	0,004	–	–	–	0,0010	0,010	0,02	0,002

Бібліографічні посилання

1. Монахов В. С. Метасоматическая зональность Сурской синклинали / В. С. Монахов. – К., 1986. – 190 с.
2. Абдулаев Г. К. К вопросу о связи морфологии кристаллов пирита с условиями их образования / Г. К. Абдулаев // Докл. АН Аз ССР. – 1957. – Т. 13. – №1. – С. 43–48.
3. Казицын Ю. В. О различных морфологических типах пирита / Ю. В. Казицын // Кристаллография. – 1956. – Вып. 5. – С. 159–166.
4. Авякин А. А. О содержании примесей в кристаллах пирита различной морфологии / А. А. Авякин, Г. М. Мкртчян // Докл. АН СССР. – 1965. – Т. 41. – №2. – С. 112–117.
5. Лякович В. В. Редкие элементы в аксессуарных минералах гранитоидов / В. В. Лякович. – М., 1973. – 310 с.
6. Бадалов С. Т. Изоморфные элементы – примеси пиритов / С. Т. Бадалов, А. С. Поваренных // Геол. журн. – 1970. – Т. 30. – №3. – С. 27–34.
7. Ильвицкий М. М. Микрорентгеноспектральный анализ сульфидов месторождения Балка Золотая / М. М. Ильвицкий, Н. Ф. Дудник, Ж. М. Балла // Актуальні проблеми геології, географії та екології. Т. 2. 36. – Д., 1999. – С. 71–75.
8. Иванов В. Н. Некоторые особенности в распределении золота в пиритах двух золотопроявлений Среднего Приднепровья / В. Н. Иванов, М. М. Ильвицкий, Н. Ф. Дудник и др. // Деп. В ГНТБ Украины 25.11.95. – № 2486 УК 95. – 11 с.
9. Бобров О. Б. Структурно-формаційна позиція золоторудних родовищ тоналіт-зеленокам'яних комплексів Українського щита / О. Б. Бобров, А. О. Сіворонов / Наукові основи прогнозування, пошуків та оцінки родовищ золота. – Львів, 1999. – С. 22–23.

Надійшла до редколегії 21.12.09

УДК 555.574:553.96

В. С. Савчук, О. О. Кузьменко

Національний гірничий університет

СКЛАД І ЯКІСТЬ ВУГІЛЛЯ БОГДАНІВСЬКОГО РОДОВИЩА ТА ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЙОГО РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Розглянуто загальну характеристику вугленості продуктивних світ району. Проаналізовано та узагальнено матеріали з петрографічного складу та якості вугілля основних вугільних пластів. Визначено марочний склад та напрями раціонального використання вугілля.

Ключові слова: вугільний пласт, петрографія, хіміко-технологічні особливості, якість вугілля, марка вугілля, напрями використання.

Рассмотрена общая характеристика угленосности продуктивных свет района. Проанализированы и обобщены материалы по петрографическому составу и качеству угля основных угольных пластов. Определен марочный состав и направления рационального использования угля.

Ключевые слова: угольный пласт, петрография, химико-технологические особенности, качество угля, марка угля, направления использования.

General characteristic of productive coal formation of the field is considered. Materials on petrographic composition and coal quality of basic coal beds are analysed and generalised. The rank composition and the rational use directions of coal are defined.

Keywords: coal bed, petrography, chemical-technological features, coal quality, rank of coal, use directions.

Вступ. Відкриття нових родовищ вугілля на території України найближчим часом малоімовірно, тому основної уваги заслуговує раціональне використання вугілля, запаси якого вже підраховані. Особливо актуальним це питання є для вугілля Північної окраїни Донецького басейну, де зосереджені запаси вугілля понад 9 млрд. тонн. Для комплексного використання вугленосного потенціалу цієї площі необхідно провести вивчення складу та якості вугілля, визначити особливості петрогенетичних та хіміко-технологічних властивостей вугілля. На основі аналізу отриманих даних треба встановити марочний склад та обґрунтувати шляхи ефективного використання вугілля.

Постановка проблеми. Комплексними пошуками газових та вугільних родовищ, виконаними в 1959–1964 роках на півночі Великого Донбасу, встановлена нова значна площа вугленосних відкладів, яка за фаціальними та генетичними особливостями є продовженням вугленосної формації Донбасу [1–3]. Ця територія на північ від Кременських та Курахівських шахт у подальшому отримала назву Північний Донбас. За геологічними особливостями на території Північного Донбасу виділені Сватівська і Старобільська перспективні площі, Богданівське та Петровське родовища.

Результати досліджень по площах були викладені здебільшого у вигляді тез у незначній кількості публікацій [1–3]. Переважна частина даних отриманих у подальшому, не була узагальнена і проаналізована. Основні характеристики вугілля, що досліджуються, знаходяться в неопублікованих даних. Марочний склад вугілля визначений за класифікацією, яка діяла на той час.

Ціль роботи – надати всебічну характеристику складу та якості промисловим вугільним пластам Богданівського родовища, встановити їх марочний склад за діючими стандартами і визначити основні напрями його раціонального використання.

Виклад основного матеріалу. Богданівське родовище розташовано в межах Північного Донбасу. У адміністративному відношенні це північна частина Луганської області. Межі площі на півночі та південному заході – проекція контуру заміщення вугільного пласта k_2'' пісковиком на денну поверхню, на південному сході – адміністративний кордон з Ростовською областю, а на північному сході – проекція виходу пласта k_2'' під відклади крейди. Загальний розмір площі, що оцінюється, 500 км².

У 1971 році проектним інститутом «Південгіпрошахт» було виконано «ТЕО обробки запасів вугілля ділянок Богданівського Верхнього №2, №4; №5, №7 та №6», в якому на площі родовища було виділено 5 ділянок – шахтних полів: Богданівська Верхня №2-4; Богданівська №6; Богданівська №5 – 7; Богданівська №3 та Богданівська №1. Ділянки перераховані у порядку проведення на них розвідувальних робіт.

Промислова вугленосність на всіх ділянках приурочена до світ C_2^3 та C_2^5 . У цілому у відкладах середнього карбону нараховується до 30 вугільних пластів та прошарків. З них витриману та відносно витриману потужність по всій площі (від 0,6 до 3,0 м) зберігають пласти h_8 , k_2'' . Основним вугільним пластом є k_2'' . Вугленосна світа C_2^3 характеризується сумарною потужністю вугільних пачок 0,90 м і робочим коефіцієнтом вугленосності 0,43. Вугленосна світа C_2^5 – сумарною потужністю вугільних пачок 1,62 м і робочим коефіцієнтом вугленосності 0,82.

Основні відомості щодо вугленосності продуктивних світ середнього карбону цього району викладено в таблиці №1.

Таблиця №1

Відомості про вугленосність продуктивних світ C_2

Світа	Середня потужність світи, м	Кількість пластів		Індекси пластів, що оцінюються	Сумарна потужність вугільних пластів та прошарків, м		Коефіцієнт вугленосності, %		
		у світі	з них оцінюється		усіх пластів	які оцінювались	загальний	робочий	
Ділянка Богданівська Верхня №2-4									
C_2^5	204	8	2	k_2'', k_1^1	4,0	2,5	1,97	1,22	
C_2^3	267	9	1	h_8	3,0	0,9	1,13	0,33	
Ділянка Богданівська №6									
C_2^5	195	7	1	k_2''	3,64	2,4	1,9	1,32	
Ділянка Богданівська №5 – 7									
C_2^5	221	7	1	k_2''	3,0	1,4	1,37	0,65	
C_2^3	175	5	1	h_8	2,22	0,9	1,28	0,56	
Ділянка Богданівська №3									
C_2^5	178	7	1	k_2''	2,34	0,89	1,33	0,50	
C_2^3	210	8	1	h_8	2,59	0,96	1,25	0,46	
Ділянка Богданівська №1									
C_2^5	170	5	1	k_2''	1,70	0,90	1,00	0,40	
C_2^3	200	8	1	h_8	2,10	0,85	1,00	0,37	

Пласти мають як складну, так і просту будову. Породні прошарки, що розділяють вугільні пачки, зазвичай малопотужні, представлені аргілітами та аргілітами вуглистими.

Пласт k_2^a є основним промисловим пластом на усіх ділянках родовища. Протягається по площі всього родовища. Глибина залягання пласта варіює від 170,9 м до 865,4 м і в середньому становить 468,3 м. Майже по всій площі характеризується робочою потужністю, що перевищує 0,80 м. Корисна потужність пласта коливається в широкому діапазоні – від 0,80 м до 3,35 м, переважає 1,40–1,80 м. У зміні потужності та будові вугільного пласта спостерігаються деякі закономірності. Найбільших значень потужності пласт досягає у західній (до 3,35 м), південно-західній та південно-східній частинах (2,2–2,5 м). У центральній частині площі, з півночі на південь, спостерігається зменшення потужності до 0,6–0,8 м. Будова пласта в основному проста. Складна будова характерна для західної частини ділянки, де з північного сходу на південний захід пласт розшаровується, кількість породних прошарків та їх потужність зростає, відбувається повне заміщення вугілля аргілітом вуглистим, аргілітом та пісковиком древнього русла. Прошарки сингенетичного та епігенетичного походження. Потужність породних прошарків коливається в межах 0,003–1,5 м, зазвичай становить 0,05–0,2 м. Кількість прошарків – до 4–6. Залягає пласт в основному в аргілітах та алевролітах, на північному сході площі зустрічається пісковик, вапняк. Пласт відноситься до категорії витриманих.

Макроскопічно пласт складений, в основному напівблискучим тусклим вугіллям. Макроструктура вугілля густотонкосмугаста. По ендегенним тріщинам розповсюджені нальоти кальциту, подекуди спостерігаються лінзи фюзену.

Під мікроскопом вугілля переважно кларенове, на контакті з покривлею та підшовою відмічається дюрено-кларенове. Вітринізована речовина доброї збереженості. Представляє собою чергування однорідних вітревових смуг з волокоподібними ділянками. Місцями відмічено перидерму ботродендронів, рахіси птеридоспермів. Компоненти групи інертиніту переважають у верхній частині пласта та представлені такими мацералами, як фюзиніт, семіфюзиніт та мікриніт. Серед ліпоїдних компонентів характерні оболонки мікроспор, обривки тонкої та товстої кутикули, рідше товстостінні макроспори, часто з епіспоричним придатком. Мінеральні вклучення представлені поодинокими вкрапленнями піриту, дисперсного кварцу. У петрографічному складі пласта найбільшого поширення набуває мацеральна група вітриніту, кількість якої складає у середньому 76,7 %. Вміст групи семівітриніту незначний, і у середньому становить 1,28 %. Кількість мацералів груп інертиніту 9,8 %, а ліптиніту 12,2 %. Сума пісних компонентів складає у середньому 10,7 %. За петрографічним складом вугілля пласта відноситься до класу гелітолітів і представлено, зазвичай, ліпоїдо-фюзиніто-гелітовим типом, рідше – ліпоїдо-фюзиніто-гелітовим та фюзиніто-гелітовим. [4, 5]. За методикою І. В. Єрьоміна вугілля пласта відноситься до слабо відновленої групи [6]. За даними петрографічних досліджень вугілля пласта переважно належить до слабо відновленої групи.

Волога аналітична (W^a) змінюється від 1,0 % до 25,0 %, при середньому значенні 9,1 %. Вологоємність максимальна (W_{\max}^a) по площі розповсюдження пласта варіює в межах 4,0 – 28,3 %, при середньому значенні 20,2 %.

Зольність вугільних пачок ($A_{\text{в.г.п}}^d$) змінюється в широкому діапазоні від 0,88 % до 50,7 %, складаючи в середньому 14,1 %. Вугілля відноситься до середньо зольного (54,4 %), зольного (25,7 %), малозольного (17 %) та високо зольного (2,9 %). Зольність з урахуванням засмічення ($A_{\text{п.г.п}}^d$) коливається від 3,2 % до 75,9 %. Середнє значення дорівнює 17,3 %. Мінеральні домішки складають близько 7,6 %, представлені, переважно, глинистими мінералами (3,1 %), сульфідами заліза (2,9 %), карбонатами (1,4 %) і невеликою кількістю кварцу (близько 0,2 %). Склад золи коливається у дуже широкому діапазоні і в значній мірі залежить від кількості золи. За складом зола ву-

гілля відноситься до кременистого типу. У складі золи вугілля переважають наступні оксиди: SiO_2 (40,0 %), CaO (13,5 %), Fe_2O_3 (13,1 %), Al_2O_3 (12,2 %), SO_3 (11,5 %), MgO (1,8 %). Значення модуля А ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) становить 7,54. Значення кремнієвого модуля В ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) становить 0,34. Значення модуля С (CaO/MgO) у середньому дорівнює 9,1. Вапняковий модуль D ($\text{CaO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$) складає у середньому 1,41. Кислотний модуль М ($\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2$)/($\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$) – 2,3, а модуль N ($\text{CaO}+\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$)/($\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$) дорівнює 0,05. Глиноземний модуль ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$) становить 1,12 %, силікатний модуль ($\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3)$) – 2,20. Середнє значення модуля Ca/Mg – 11,41. Вміст Na_2O коливається в межах 0,5 – 10,9 % і у середньому складає 4,3 %. За вмістом фосфору, який у середньому складає 0,01 %, вугілля відноситься до середньофосфористого. Температура плавлення золи вугілля (t_p) змінюється від 1120 до 1280 °С, у середньому складає 1193,3 °С. За середніми значеннями зола відноситься до легкоплавкої.

Сірчистість (S_1^d) вугілля пласта коливається від 0,7 % до 6,0 %, складаючи у середньому 2,1 %. У цілому, вугілля пласта змінюється від малосірчистого до багатосірчистого. Найбільш поширене середньосірчисте вугілля – близько 47,9 %. Частка малосірчистого становить 28,2 %. Майже в однокровій кількості групи сірчистого та багатосірчистого вугілля, відповідно 12,3 % та 11,7 %. Переважним різновидом сірки є сульфідна, кількість якої складає 52,1 %. Вміст органічної сірки дорівнює 45,7 %. Сульфатна сірка становить близько 2,2 %.

Вихід летких речовин (V^{daf} , %) по площі району коливається в широкому інтервалі значень, від 32,0 до 58,9 %, складаючи у середньому 42,9 %. Закономірної зміни цього показника по латералі не встановлено.

В елементному складі вугілля середній вміст вуглецю (C^{daf} , %) сягає 75,7 %. Кількість кисню (O^{daf} , %) по площі пласта варіює від 13,0 до 18,6 %, в середньому дорівнює 15,4 %, а кількість азоту (N^{daf} , %) – 1,2–1,9 %, у середньому – 1,54 %. Вміст водню (H^{daf} , %) коливається від 3,8 % до 5,9 %, в середньому складаючи 5,1 %.

Вища питома теплота згоряння вугілля (Q_s^{daf} , МДж/кг) коливається від 23,6 до 34,0 МДж/кг, у середньому 31,0 МДж/кг. Нижча питома теплота згоряння (Q_1^{daf} , МДж/кг) коливається в межах від 16,2 до 25,7 МДж/кг, середнє значення 20,9 МДж/кг. Калорійний еквівалент складає 0,75.

За середнім значенням показника відбиття вітриніту (R_o), який становить 0,48 %, вугілля належить до 03 класу метаморфізму і знаходиться на O_3 стадії метаморфізму. За окремими значеннями цього показника ($R_o > 0,50$ %), вугілля відноситься до 10 класу I стадії метаморфізму [7].

За класифікацією, яка діє у країнах СНД, вугілля пласта k_2^{H} відноситься до кам'яного, має кодові номери переважно 0414200. Воно належить до марки довгополум'яного (Д), підгрупи – довгополум'яного вітринітового [8].

Відповідно державного стандарту України вугілля кам'яне і відноситься до марки Д [9].

Згідно Міжнародної системи кодифікації [10] вугілля пласта k_2^{H} належить до середнього рангу (кам'яного вугілля) і характеризується наступним кодом – 04 0 03 0 42 14 20 31.

Пласт h_2 розповсюджений з робочою потужністю на площі майже всього родовища, за виключенням крайньої південної ділянки Богданівська №6. Контури робочої потужності пласта мають складну конфігурацію. Глибина залягання змінюється у широкому діапазоні значень від 170,0 м до 800,7 м, складаючи в середньому по району 626,9 м. Робоча потужність коливається в межах 0,60 – 2,25 м. Характерною особливістю пласта є наявність локальних зон розчеплення його на 2 та більше

пачки. Потужність породних прошарків в пласті змінюється в інтервалі 0,05–0,70 м, представлені аргілітами, аргілітами вуглистими. Зазвичай покрівлею пласта є аргіліти, рідше – пісковики та алевроліти. Підшовою є пісковики та алевроліти, рідше аргіліти. Пласт відносить до категорії невитриманих.

Макроскопічно пласт складений напівблискучим вугіллям. Макроструктура від густоштриховатої до тонко- середньосмугастої. По нашаруванню примазки фюзену.

Під мікроскопом вугілля кларенове та дюрено-кларенове. Вітринізована речовина доброї збереженості. Присутні у великій кількості корові тканини у вигляді перидерми сигілярій, тканини органів спорношення, уламків деревини. Фюзенізовані тканини представлені поодинокими лінзами фюзену, порожнини клітин виповнені кальцитом. Найбільш поширені включення мікриніту. Характерна піритна мінералізація. Серед ліпоїдних мацералів характерні смоляні тіла, обривки кутикул, мегаспори з товстими та скульптурними екзинами. У петрографічному складі пласта мацеральна група вітриніту складає у середньому 80,2 %, семівітриніту близько 1,0 %. Кількість мацералів груп інертиніту 7,7 %, а ліптиніту 11,1 %. Сума пісних компонентів дорівнює 8,4 %. За петрографічним складом вугілля пласта відноситься до класу гелітолітів і представлене зазвичай ліпоїдо-фіюзиніто-гелітовим типом. За методикою І. В. Єр'оміна вугілля пласта відноситься до середньовідновленої групи. За петрографічними ознаками вугілля відноситься до слабо відновленої та відновленої групи.

Волога аналітична (W^a) змінюється від 3,4 до 15,4 %, і у середньому становить 8,0 %. Вологоємність максимальна (W_{\max}^v , %) по площі розповсюдження пласта коливається в межах 13,1 – 24,6 %, середнє значення – 17,5 %.

Зольність вугільних пачок ($A_{\text{вуг.п.}}^d$) коливається від 6,2 % до 22,0 %, за середнього значення 13,8 %. Вугілля здебільшого відноситься до середньо зольного (74,8 %), зольного (25 %), та малозольного (близько 4,2 %). Зольність з урахуванням засмічення ($A_{\text{пл.}}^d$), при коливанні від 6,2 до 45,4 % у середньому становить 15,9 %. Склад золи змінюється у дуже широкому діапазоні і в значній мірі залежить від її кількості. У складі золи вугілля переважають наступні оксиди: SiO_2 (41,2 %), Al_2O_3 (21,3 %), Fe_2O_3 (19,3 %), CaO (5,7 %), SO_3 (5,6 %), MgO (1,3 %). Значення модуля А ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) становить 2,36. Кремнієвий модуль В ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) складає у середньому 0,59. Значення модуля С (CaO/MgO) у середньому дорівнює 5,45, вапнякового модуля D ($\text{CaO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$) – 0,39. Кислотний модуль М ($(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)/(\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)$) – 2,96, модуль N ($(\text{CaO}+\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)$) дорівнює – 0,42. Глиноземний модуль ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$) становить 1,6 %, силікатний модуль ($\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3)$) – 1,14. Середнє значення модуля Ca/Mg – 6,46. Вміст $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ варіює у межах 0,2 – 10,4 % і у середньому становить 5,7 %. За складом зола вугілля відноситься до кременистого типу. За вмістом фосфору, який у середньому складає 0,017 %, вугілля відноситься до середньофосфористого.

Сірчистість (S_r^d) вугілля пласта h_8 змінюється від 1,2 % до 6,1 %, складаючи у середньому 3,0 %. Вугілля майже у рівній кількості відноситься до груп багато сірчистого, сірчистого та середньо сірчистого (32,0, 31,0 та 31,0 % відповідно), мало сірчистого вугілля близько 6 %. Переважним різновидом сірки є сульфідна сірка, кількість якої сягає 67,0 % від вмісту загальної сірки. Кількість органічної сірки дорівнює 30,9 %. Сульфатна сірка у середньому складає 2,1 %.

Вихід летких речовин (V^{daf}) при середньому значенні у 43,7 % по площі району значно змінюється, від 32,0 % до 47,5 %. Закономірної зміни цього показника по латералі не встановлено.

В елементному складі вугілля вміст вуглецю (C^{daf}) коливається від 75,5 % до 80,5 %, складаючи у середньому 77,4 %. Кількість кисню (O^{daf}) по площі пласта змінюється незначно в інтервалі 12,6 – 13,9 %, у середньому становить 13,4 %, а кількість азоту (N^{daf}) у середньому – 3,9 %. Вміст водню (H^{daf}) варіює в межах 5,1 – 5,7 %, і у середньому дорівнює 5,4 %.

Значення вищої питомої теплоти згоряння вугілля (Q_c^{daf} , МДж/кг) змінюється в межах 29,6 – 33,1 МДж/кг, складаючи у середньому 31,6 МДж/кг. Нижча питома теплота згоряння (Q_f , МДж/кг) коливається від 18,2 до 25,5 МДж/кг, при середньому значенні 22,0 МДж/кг. Калорійний еквівалент у середньому складає 0,72.

Вугілля слабо вуглефіковане. Показник відбиття вітриніту (R_o) при коливаннях у межах від 0,48 до 0,62 % становить у середньому 0,5 %. За значеннями цього показника вугілля належить до 10 класу метаморфізму і знаходиться на I стадії метаморфізму [6].

Вугілля не спікається і не коксується.

За класифікацією, яка діє в країнах СНД, воно відноситься до кам'яного, має кодифікаційний номер 0504200. Вугілля віднесено до марки Д, підгрупи – довгополум'яного вітринітового [7].

Відповідно державного стандарту України вугілля кам'яне і класифікується як вугілля марки Д [8].

Згідно Міжнародної системи кодифікації [9] вугілля пласта h_8 належить до середнього рангу (кам'яного вугілля) і характеризується наступним кодом – 05 0 03 0 42 13 30 31.

Висновки. За результатами узагальнення матеріалів з складу та якості вугілля встановлено наступне:

1. Вугілля за своїм походженням відноситься до групи гумолітів, які утворюються із залишків вищих рослин. За петрографічним складом згідно класифікації ВСЕГЕІ воно належить до класу гелітолітів, підкласу гелітів і представлено переважно ліпоїдо-фюзиніто-гелітовим типом.

2. За петрографічними властивостями вугілля пластів h_8 та k_2 належить здебільшого до слабо відновленої груп. За даними хіміко-технологічних властивостей вугілля пласта k_2 відноситься до слабо відновленої групи, а пласта h_8 – до середньо-відновленої групи.

3. Вугілля всіх пластів знаходиться на незначній, майже однаковій, стадії вуглефікації.

4. Згідно всіх діючих класифікацій, як вітчизняних так і закордонних, вугілля пластів h_8 та k_2 відноситься до кам'яного.

5. З урахуванням петрогенетичних і хіміко-технологічних властивостей вугілля основними напрямками їх використання є глибока термічна переробка, газифікація і гідрогенізація.

6. Подальші дослідження слід спрямувати на визначення стратиграфічних та латеральних закономірностей змін показників складу та якості вугілля.

Бібліографічні посилання

1. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР: В 12 т. – М., 1963. – Т. 1: Угольные бассейны и месторождения юга и европейской части СССР. – 1210 с.
2. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР: В 3 т. – М., 1979. – Т. 1: Угольные бассейны и месторождения европейской части СССР. – 628 с.
3. Белоконь В. Г. Новые месторождения каменных углей Северного Донбасса / В. Г. Белоконь // Уголь Украины. – 1974. – №2. – С. 1–4

4. Гинзбург А. И. Петрографические типы углей СССР / А. И. Гинзбург, Е. С. Коржиневская, И. Б. Волкова и др. – М., 1975. – 247 с.
5. Петрография углей СССР. Основы петрографии углей и методы углепетрографических исследований. – Л., 1982. – 191 с.
6. Еремин И. В. Марочный состав углей и их рациональное использование / И. В. Еремин, Т. М. Броновец. – М., 1994. – 254 с.
7. ГОСТ 21489-76. Угли бурые, каменные и антрациты: разделение на стадии метаморфизма и классы по отражательной способности витринита. – М., 1982. – 3 с.
8. ГОСТ 25543-82. Угли бурые, каменные и антрациты: Классификация по генетическим и технологическим параметрам. – М., 1983. – 19 с.
9. ДСТУ 3472-96. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація. – К., 1997. – 5 с.
10. Международная система кодификации углей среднего и высокого рангов. Издание ООН. В продаже под № R.88.П.Е.16.

Надійшла до редколегії 29.03.10.

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 550.42

Г. А. Кроїк, В. І. Демура

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ТЕРМІЧНІ МЕТОДИ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВІДХОДІВ: АНАЛІЗ ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ

Виконано аналіз існуючих методів знешкодження відходів з врахуванням їх екологічної безпеки, економічної доцільності та технічних можливостей.

Ключові слова: відходи, термічна переробка, утилізація, знешкодження, спалення.

Выполнен анализ существующих методов обезвреживания отходов с учетом их экологической безопасности, экономической целесообразности и технических возможностей.

Ключевые слова: отходы, термическая переработка, утилизация, обезвреживание, сжигание.

There was an analysis executed on the existing methods of neutralization of waste products in view of their ecological safety, economic feasibility and technical opportunities.

Key words: waste, thermal processing, utilization, neutralization, incineration.

Постановка проблеми. Охорона навколишнього середовища являє собою складну проблему, рішення якої, поряд з економічними аспектами, великою мірою пов'язано зі стратегією сталого розвитку. Аналіз сучасного стану проблеми захисту навколишнього середовища в нашій країні свідчить про зростаючу увагу до розробок, спрямованих на створення нових методів та технологій утилізації промислових відходів. Велика різноманітність пропозицій та рішень у цьому напрямку [2] дозволяє відмітити, що вибір того чи іншого способу утилізації відходів залежить з одного боку від багатьох факторів: морфологічного, хімічного складу відходів та їх токсичності, а з другого – від техніко-економічних можливостей переробних підприємств. Перспективними можна вважати тільки ті напрями, які передбачають розробку, що дозволяє вирішити екологічні і технологічні проблеми з достатньою економічною ефективністю. Найбільших успіхів в області технології утилізації промислових виходів досягають тоді, коли при рішенні технологічних задач можливе раціональне використання мінеральних складових після знешкодження.

В Україні рівень утилізації твердих промислових та побутових відходів у середньому складає від 1 % до 12 % (рідко 20 %) від їх утворення. Залишки зберігаються у поверхневих сховищах і накопичуються у шламосховищах, териконах, золівдвалах, загальна площа яких перевищує вже 180 тис. га. При цьому, під місця складування відходів часто відводяться потенційно родючі або орні та пасовиські землі. За даними міністерства охорони природного середовища відвали в Україні займають площу біля 55 тис. га і в них зосереджено 20 млрд т промислових відходів.

Знешкодження та утилізація промислових, побутових, медичних і сільськогосподарських відходів у теперішній час становить собою одну з актуальних та життєво важливих для людства екологічних та економічних проблем.

Проблема охорони навколишнього середовища є комплексною проблемою та має глобальний характер. Триваючі забруднення природного середовища твердими, рідкими та газоподібними відходами виробництва та споживання викликають деградацію навколишнього середовища. У зв'язку з багаточисельними галузями промисловості, які постачають відходи у доквілля є певні складнощі щодо вирішення проблеми складування, поховання та утилізації відходів. Для вибору більш раціонального рішення проблеми необхідна екоотоксикологічна оцінка як самих відходів так і методів їх знешкодження та утилізації.

Мета роботи. Аналіз та екологічна оцінка термічних методів знешкодження відходів.

Виклад основного матеріалу. Термічні методи засновані на тепловій обробці відходів під час якої відбувається окиснення або газифікація горючих компонентів, термічне розкладання чи відновлення деяких шкідливих речовин з утворенням нешкідливих або менш шкідливих [1]. Виконано порівняльний аналіз існуючих методів термічної переробки за основними параметрами (табл. 1).

На сучасному етапі відкривається все більше можливостей істотно скоротити кількість не утилізованих відходів, які мають складний хімічний склад за рахунок різних методів утилізації [3; 4]. До термічних методів знешкодження відходів відносять: вогневу переробку, рідкофазне окиснення, окиснювальний піроліз, сухий піроліз, знешкодження відходів з використанням плазми.

Серед цих методів найбільш поширеним та розробленим технологічно є вогневий. Сутність його складає процес високотемпературного розкладання і окислення токсичних компонентів з відходів. При цьому утворюються димові гази і зола. З використанням даного методу можливе одержання цінних продуктів: вибілюючої землі, активованого вугілля, вапна, соди і ін. матеріалів. Залежно від хімічного складу відходів димові гази можуть містити цілу низку токсичних речовин.

Технологія піролізу полягає в незворотній хімічній зміні відходів під дією температури без доступу кисню. За ступенем температурної дії на речовину піроліз, як процес, умовно розділяється на низькотемпературний, середньотемпературний і високотемпературний.

Схема процесу складається з того, що при піролізі в різних температурних зонах реактора відбувається сушка, розкладання, газифікація. При цьому відбуваються хімічні реакції взаємодії газоподібних продуктів. За результатом газифікації вуглеводень твердого залишку перетворюється під дією реагенту (повітря, кисень або водяний пар) у газоподібне паливо. Вміст в ньому водню, окису карбону та інших газів залежить від типу реагенту та температури процесу.

Один з перспективних напрямів в області утилізації небезпечних відходів є застосування низькотемпературної плазми. За допомогою плазми досягається високий ступінь знешкодження відходів хімічної промисловості, зокрема галоїдвміщуючих органічних сполук, продуктів медичних установ; можлива переробка твердих, пастоподібних, рідких, газоподібних; органічних і неорганічних; побутових; канцерогенних речовин, на які встановлені жорсткі норми ГДК у повітрі, воді, ґрунті тощо.

Плазмовий метод може використовуватися для знешкодження відходів двома шляхами: плазмохімічна ліквідація особливо небезпечних високотоксичних відходів; плазмохімічна переробка відходів з метою отримання товарної продукції.

Характеристика термічних методів знешкодження відходів

Метод знешкодження	Види відходів для яких використовується метод	Основи методу	Продукти знешкодження	Оцінка методу	
				Переваги	Недоліки
1	2	3	4	5	6
Вогневий метод спалювання відходів здатних горіти самостійно	Відходи які вміщують нафту, мазут, технічні масла	Температура горіння не нижче 1200–1300 °С	Димові гази, зола	Отримання продуктів придатних для подальшого використання: активоване вугілля, вапно, сода	Димові гази вміщують токсичні речовини: окис карбону, фосген, діоксин, що впливає на екологічну ситуацію
Вогневий окиснювальний метод	Тверді та пастоподібні відходи	Складний фізико-хімічний процес, що складається з різних фізичних і хімічних стадій	Димові гази, зола		
Вогневий відновний метод	Газоподібні, тверді відходи, побутові відходи		Не шкідливі димові гази, шлак		
Рідкофазне окиснення	Рідкі відходи	Окиснення киснем органічних і елемент органічних домішок стічних вод при температурі 150–350 °С і при тиску 2–28 МПа	Органічні кислоти (CH ₃ COOH, HCOOH) або CO ₂ , H ₂ O, N ₂	Незначні енергетичні витраги	Висока собівартість, технологічні проблеми: корозійність устаткування, утворення накипу на поверхні нагріву, неповне окиснення деяких речовин, неможливість окиснення стічних вод з високою температурою згоряння
Окиснювальний піроліз	В'язкі, пастоподібні відходи, пластмаси, шлами з великим вмістом золи, відходи, що містять метали та їх солі	Термічне розкладання відходів при їх частковому спалюванні або безпосередньому контакті з продуктами згоряння палива		Метод придатний для знешкодження багатьох видів відходів	

1	2	3	4	5	6
<p>Сухий піроліз: Низькотемпературний піроліз</p> <p>Середньотемпературний піроліз</p> <p>Високотемпературний піроліз</p>	<p>Тверді промислові відходи, неконденсійний каучук у вигляді мономера</p> <p>Промислові, побутові відходи</p>	<p>Процес термічного розкладання без оступу кисню при температурі 450–550 °С</p> <p>Термічне розкладання при температурі до 800 °С</p> <p>Термічне розкладання при температурі 900–1050 °С</p>	<p>Рідкі і тверді залишки (напівкокс)</p> <p>Рідкий залишок, кокс</p> <p>Шлак</p>	<p>Підходить для отримання первинної смоли – цінного рідкого палива, сировини для вторинного створення каучуку. Напівкокс можна використовувати як енергетичне і побутове паливо</p> <p>Забезпечує високоефективне знешкодження несортованих відходів. Енерготехнологічне використання їх в якості палива. Відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки: утворюється незначна кількість продуктів згоряння, не токсичність відходів. Економічна доцільність. Універсальність методу. Отримання вторинних корисних продуктів у вигляді синтез-газу, шлаку для будматеріалів</p>	<p>Не застосовується для утилізації твердих побутових відходів</p> <p>Недоліком схеми рідкого шлаковидалення є складність регулювання потоків димового газу, а також порівняно невисока теплоутворююча властивість піролізного газу. Крім того, можливі коливання у складі відходів впливають на температуру підігріву повітря і відповідно і на весь процес. При зниженні температури дуття можливо затвердіння розплаву і зупинка печі.</p>
<p>Переробка із застосуванням плазми</p>	<p>Тверді, пастоподібні, рідкі, газоподібні; органічні і неорганічні; слаборадіоактивні, побутові відходи</p>	<p>Базується на використанні низькотемпературної плазми (4000–7000 К)</p>	<p>Екологічно чистий шлак та сплав металів у вигляді вилівця</p>	<p>Універсальність щодо можливості переробки різних промислових відходів, і, в тому числі – токсичних. Можливість утилізувати різні класи відходів в одному апараті. Екологічно чисте виробництво електроенергії та будівельних матеріалів. Відсутність шкідливих викидів.</p>	<p>Висока енергоємність і складність процесу зумовлює його застосування для переробки відходів, вогняне знешкодження яких не задовольняє екологічним вимогам.</p>

Розкладання відходів відбувається за наступними технологічними схемами: конверсія відходів у повітряному середовищі; конверсія відходів у водному середовищі; конверсія відходів у пароповітряному середовищі; піроліз відходів при малих концентраціях.

Необхідною умовою при термічній переробці відходів та підвищенні ступеню екологічної безпеки докільля є дотримання ряду параметрів. До них відносяться температура і тривалість спалювання, яка пов'язана зі складом та станом відходів.

Залежно від властивостей відходів вирішується питання про вибір та застосування тої чи іншої конструкції печі спалення, але всі вони повинні відповідати наступним вимогам:

- добре перемішування твердих відходів у процесі горіння для кращого проникнення кисню повітря в масу відходів і можливо більш повного процесу окиснення органічної частини твердих відходів;
- збереження та підтримка достатньо високих температур, що гарантують повне згоряння органічних складників твердих відходів, надійне займання і стійке горіння твердих промислових відходів;
- повне знешкодження мінеральної частини промислових відходів від органічних речовин;
- простота конструкції та зручність обслуговування.

Висновки. Таким чином, аналіз методів переробки відходів показав, що для вирішення проблеми знешкодження відходів найбільш поширеним є метод термічної переробки. Метод є універсальним, тому що дозволяє утилізувати як тверді так і рідкі, як малотоксичні так і високотоксичні, різні за хімічним і морфологічним складом відходи. Різноманітність видів термічної переробки дає можливість підібрати умови для дотримання повноти утилізації, економічної доцільності, досягаючи при цьому певний рівень екологічної безпеки.

Бібліографічні посилання

1. Запольський А. К. Основи екології / А. К. Запольський, А. І. Салюк. – К., 2001. – 358 с.
2. Новгородцев К. И. Современные способы использования и переработки промышленных и твердых бытовых отходов / К. И. Новгородцев, В. Т. Баригинолец, С. Л. Стоюсов. – К., 1978. – 320 с.
3. Систер В. Г. Твердые бытовые отходы / В. Г. Систер, А. Н. Мирный, Л. С. Скворцов, и др. – М., 2001. – 350 с.
4. Термические методы обезвреживания отходов / под. ред. К. К. Богуневской, Г. П. Беспямятова. – Л., 1975. – 176 с.

Надійшла до редколегії 22.12.09

УДК 504.064.3: 504.53:502.37

Г. А. Кроїк*, А. І. Горова**, А. В. Павличенко**

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

** Національний гірничий університет

ОЦІНКА СТУПЕНЮ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТІВ ТЕРИТОРІЙ ПРОМИСЛОВИХ АГЛОМЕРАЦІЙ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Проведена комплексна оцінка стану ґрунтів на територіях з різним рівнем техногенного навантаження, з використанням цитогенетичних методів біотестування та хімічного аналізу вмісту важких металів у ґрунтах. Запропоновані способи оцінки рівня забруднення ґрунтів важкими металами на прикладі міст Дніпропетровської області. Установлені залежності зміни рівня ушкодження біоіндикаторів від концентрації рухомих форм важких металів у ґрунтах.

Ключові слова: забруднення ґрунтів, важкі метали, біоіндикатори.

Проведена комплексная оценка состояния почв на территориях с разным уровнем техногенной нагрузки, с использованием цитогенетических методов биотестирования и химического анализа содержания тяжелых металлов в почвах. Предложены способы оценки уровня загрязнения почв тяжелыми металлами на примере городов Днепропетровской области. Установлены зависимости изменения уровня повреждаемости биоиндикаторов от концентрации подвижных форм тяжелых металлов в почвах.

Ключевые слова: загрязнение почв, тяжелые металлы, биоиндикаторы.

The complex assessment of soils state at the territories with different anthropogenic pressure level is conducted by means of cytogenetic methods of investigation as well as chemical analysis of heavy metals concentration in soils. The methods of assessment of soil contamination by heavy metals are proposed at the example of cities of the Dnepropetrovsk region. The relations between changes of bioindicator damage level and heavy metals concentration in soils are determined.

Key words: soil contamination, heavy metals, bioindicators.

Постановка проблеми. Стратегія сталого розвитку є невід'ємною складовою екологічної безпеки промислових територій. Нові напрямки екологічної стратегії мають дві складові частини:

- підвищення рівня екологічної безпеки в умовах поточного виробництва в різних галузях промисловості;
- ліквідація масштабних негативних екологічних наслідків, які накопичені за попередній період діяльності промислових підприємств.

Вирішення питань з наукового забезпечення обох напрямків потребує розробки нових, достовірних методів оцінки ступеню забруднення об'єктів довкілля. Це, у першу чергу, стосується забруднення довкілля важкими металами (ВМ)

Вступ. Промислові агломерації, які утворилися на територіях з розвинутим мінерально-сировинним комплексом, металургійною, металообробною промисловістю, енергетичною промисловістю, які, повною мірою характерні для Дніпропетровської області є джерелом надходження в довкілля значної кількості речовин техногенного походження.

На склад ґрунтів міської території впливають промислові відходи підприємств, будівельні та інші роботи, пов'язані з переміщенням ґрунтових мас, тепло- та енергогенеруючі об'єкти, побутові відходи, тощо [1]. Хімічне забруднення ґрунтів, в основному, відбувається через атмосферу при осіданні парів, аерозолів, пилу. ВМ нако-

Г. А. Кроїк, А. І. Горова, А. В. Павличенко, 2010

пичуються у ґрунтах навколо підприємств чорної та кольорової металургії (~35 %), електростанцій (~27 %), підприємств з видобутку та переробки нафти (~16 %), транспортних магістралей (~13 %), підприємств з видобутку будівельних матеріалів (~8 %) [2].

Розповсюдження ВМ у довкілля пов'язано з їх участю у повітряній, водневій та фізико-хімічній міграції. ВМ, як й інші хімічні забруднювачі, надходять до середовища мешкання людини не тільки за рахунок природних процесів, але і внаслідок інтенсивного розвитку промисловості, нераціонального використання природних ресурсів та урбанізації. Обсяги надходження в довкілля металів внаслідок техногенної діяльності суспільства у сотні і тисячі разів перевищують їх промисловий видобуток.

Різноманітність ґрунтів, широкий спектр хімічного складу стоків різних галузей промисловості та різнобічний ступінь техногенного навантаження обмежує можливості оцінки ступеню забруднення ґрунтів промислових територій шляхом порівняльної оцінки з ГДК ВМ у ґрунтах. Це також пов'язане з варіабельністю значень ГДК саме для рухомих форм ВМ. Дані про концентрацію рухомих форм токсичних хімічних елементів, дозволить суттєво скоригувати (у сторону збільшення) оцінки ступеню техногенного забруднення ґрунтів, виконаних на основі визначення валового вмісту токсичних хімічних речовин [3].

На теперішній час не має спільного методологічного підходу щодо оцінки специфіки впливу перелічених видів промисловості на розповсюдження та концентрацію ВМ, які за ступенем токсичності є пріоритетними забруднювачами на територіях промислових агломерацій. Крім того, в умовах високої екологічної напруженості, коли 80 % шкідливих речовин, що потрапляють до природного середовища, мають мутагенні і канцерогенні властивості та їх вплив на екосистеми має комплексний характер і не завжди можна виділити і оцінити роль окремих компонентів. Тому особливого значення набувають дослідження, спрямовані на виявлення порушень від дії несприятливих чинників навколишнього середовища на живі організми і оцінки токсико-мутагенної активності стану навколишнього середовища на основі цих проявів [4].

Традиційними методами оцінки забруднення навколишнього середовища є різні хіміко-аналітичні дослідження, які дають змогу встановлювати фактичне значення концентрації самих різноманітних речовин, але не дають відповіді на питання про загальну токсичність і мутагенність забруднених об'єктів довкілля та ступінь її небезпеки для біоти та людини. Тому виникла необхідність у використанні цитогенетичних методів біоіндикації, які дозволяють визначити комплексний екологічний стан територій за токсико-мутагенним фоном [4].

Розробка такого підходу необхідна при проведенні екологічного моніторингу та прогнозуванні забруднення природних об'єктів ВМ.

Мета роботи – оцінка накопичення та розподілу ВМ у ґрунтах та ступеню ушкодження рослин на територіях промислових міст Дніпропетровської області.

Об'єктами дослідження є ґрунти на територіях з високим рівнем техногенного навантаження – міст Жовті Води, Вільногірськ, Павлоград, Нікополь та низьким рівнем навантаження – територія курорту «Солоний Лиман» Новомосковського району Дніпропетровської області. На території кожного міста було вибрано 2–3 тест-полігони таким чином, щоб дослідження охоплювали як техногенні об'єкти, так і селітебні масиви. На тест-полігоні виділяли від 4 до 8 моніторингових точок, на яких з верхнього 5 см шару ґрунту методом конверта були відібрані проби масою 250 г. Ґрунт висушували, подрібнювали та просіювали крізь сито діаметром 1 мм.

Методи дослідження. Для вирішення поставленого завдання була розроблена комплексна методика, яка включала дослідження вмісту різних геохімічних форм ВМ та визначення токсико-мутагенної активності досліджуваних зразків ґрунтів з використанням високочутливих біоіндикаторів.

Рухомі форми ВМ визначали з використанням групового екстрагента ацетатно-амонійного буферного розчину [5].

Класичним методом для дослідження токсичної та мутагенної дії забруднювачів навколишнього середовища на живі об'єкти є тест на кореневих клітинах лука, (так званий *Allium*-тест), який дозволяє виконати досить швидкий скрінінг хімічних сполук з визначенням їх потенційного біологічного ризику. Важливими перевагами даного методу цитогенетичного моніторингу є висока кореляція результатів, отриманих на інших тест-системах. [6]. В якості тест-об'єкта використовувалися меристематичні клітини первинних корінців цибулі звичайної – *Allium cepa* L, які, у першу чергу, контактують з різноманітними забруднювачами та реагують на токсичні і мутагенні компоненти ґрунтів зниженням мітотичної активності та збільшенням цитогенетичних порушень. Вирощені на зразках досліджуваних ґрунтів корінці довжиною 10 мм фіксували за Карнуа та фарбували реактивом Шиффа за Фельгеном. Цитологічні препарати готувалися з 1 мм кінчиків корінців. На препаратах ураховували всі фігури мітозу (про-, мета-, ана-, телофази), що зустрічалися серед 5–6 тис. переглянутих меристематичних клітин. Ці ж препарати використовували для обліку зустрічаємості аберантних фігур мітозу (мости, фрагменти, злипання, пульверизація хромосом та ін.), серед яких окремо виділялася частота зустрічаємості патологічних ана- і телофаз (ана-, телофазний тест) [6; 7].

Величину мітотичного індексу визначали як відношення кількості клітин, що діляться, до загальної кількості переглянутих клітин (%). Частота зустрічаємості аберантних фігур мітозу та патологічних ана- і телофаз виражалася у відсотках від кількості клітин, що діляться, у першому випадку, і від кількості аналогічних фаз мітозу – другому.

Отримані біоіндикаційні показники було переведено в єдину безрозмірну систему умовних показників ушкоджуваності, за якими за допомогою оціночної шкали визначили рівень ушкодженості біосистем [6].

Результати досліджень. Результати визначення вмісту рухомих форм ВМ у зразках ґрунтів, відібраних на територіях з різним рівнем техногенного навантаження, наведено в табл. 1, аналіз даних якої вказує на різноманітну концентрацію ВМ у досліджених зразках ґрунтів. Це можна пояснити специфічними видами виробництва, які притаманні для кожного з досліджуваних промислових центрів. Так, на території м. Нікополь пріоритетними ВМ у ґрунтах є марганець та цинк. У м. Жовті Води відмічено найбільший вміст марганцю, цинку, нікелю та міді, у м. Павлоград – цинку та хрому. Для м. Вільногірськ характерними забруднювачами виявились хром, кадмій та нікель. При цьому, на умовно контрольній території (курорту «Солоний лиман») перевищення вмісту ВМ не відмічено.

Для оцінки ступеню забруднення ґрунтів ВМ проводилося порівняння фактичних концентрацій металів у досліджуваних зразках з ГДК. Аналіз отриманих даних вказує на те, на території м. Жовті Води перевищення концентрації над ГДК складає: цинку у 2,28; марганцю – 1,43; хрому – 1,67 рази. У м. Нікополь відмічено перевищення вмісту над ГДК для цинку у 1,30 рази та марганцю – 2,5. Необхідно відмітити, що у селітебній зоні м. Вільногірськ виявлено перевищення вмісту марганцю у ґрунті над ГДК у 1,6 рази.

Таблиця 1

Вміст ВМ у ґрунтах техногенно-навантажених міст Дніпропетровської області, мг/кг
(рухомі форми)

№ проби	Тест-полігон	Mn	Pb	Zn	Cr	Cu	Ni	Co	Cd
1	Сільськогосподарська зона курорту Солоний лиман	90,0± 3,62	25,0± 1,22	5,5± 0,28	0,6± 0,04	1,0± 0,07	1,3± 0,03	0,4± 0,03	0,03± 0,01
2	Рекреаційна зона курорту Солоний лиман	70,0± 2,89	20,0± 0,93	3,5± 0,08	0,6± 0,04	0,8± 0,02	1,3± 0,04	0,5± 0,04	0,02± 0,01
3	Селітебна зона м. Вільногірськ	220,0± 8,46	35,0± 1,73	11,0± 0,91	3,8± 0,09	2,0± 0,04	2,4± 0,04	0,8± 0,04	0,02± 0,01
4	Промислова зона м. Вільногірськ	100,0± 5,0	50,0± 2,00	22,0± 1,0	3,8± 0,10	2,8± 0,1	2,2± 0,05	0,8± 0,04	2,0± 0,1
5	Селітебна зона м. Павлоград	75,0± 1,47	26,0± 1,47	13,5± 0,18	1,6± 0,09	1,4± 0,09	1,0± 0,09	0,4± 0,03	0,4± 0,03
6	Промислова зона м. Павлоград	62,5± 0,88	31,0± 0,58	6,5± 0,17	2,6± 0,17	2,0± 0,1	1,3± 0,06	0,8± 0,04	0,4± 0,04
7	Селітебна зона м. Жовті Води	150,0± 3,87	90,0± 1,53	10,0± 0,97	2,0± 0,12	1,4± 0,12	2,4± 0,10	1,0± 0,05	0,3± 0,02
8	Промислова зона м. Жовті Води	200,0± 4,56	90,0± 1,22	52,5± 0,87	3,2± 0,06	5,0± 0,09	4,0± 0,09	0,5± 0,02	0,5± 0,04
9	Центр м. Нікополь	213,0± 2,12	75,0± 1,15	25,0± 0,91	2,0± 0,09	0,9± 0,04	0,8± 0,07	0,4± 0,02	0,02± 0,01
10	Район Південного трубного заводу м. Нікополь	175,0± 5,0	60,0± 2,0	26,5± 1,0	1,8± 0,1	1,4± 0,1	2,2± 0,05	0,4± 0,03	0,02± 0,01
11	Район с. Новопавлівка та с. Лапника, м. Нікополь	313,0± 1,87	25,0± 1,14	30,0± 1,05	2,0± 0,07	1,4± 0,09	1,2± 0,09	0,4± 0,02	0,02± 0,01
12	Район Нікопольського феросплавного заводу	350,0± 5,0	40,0± 2,0	20,0± 1,0	2,6± 0,06	1,4± 0,1	1,5± 0,10	0,4± 0,03	0,02± 0,01
ГДК		140,0	—	23,0	6,0	3,0	4,0	5,0	—

Крім того, було проведено зіставлення концентрацій ВМ у ґрунтах промислових міст з їх вмістом на території курорту «Солоний лиман», яка зазнає мінімального техногенного навантаження. Найбільше перевищення концентрацій ВМ у ґрунтах спостерігається для кадмію на території промислової зони м. Вільногірська, а також значне його перевищення (в 16–20 разів) у містах Жовті Води та Павлоград. Високе забруднення хромом та цинком спостерігається на території усіх промислових міст. Найменш забруднені досліджені території міст кобальтом.

Результати оцінки токсичності та мутагенності ґрунтів, відібраних на території досліджуваних міст Дніпропетровської області, з використанням Allium-тесту приведені в табл. 2.

Аналіз даних табл. 2 свідчить про те, що умовний показник ушкодженості, котрий характеризує токсичність ґрунтів змінюється від 0,036 до 0,743 у. о. Це вказує на те, що на досліджуваній території, екологічний стан ґрунтів змінюється від «еталонного» на території курорту «Солоний Лиман» до «незадовільного» в м. Нікополь і Павлоград та «катастрофічного» в м. Жовті Води і Вільногірськ. Слід відмітити, що у промислових центрах області спостерігається збільшення токсичності ґрунтів у промислових зонах порівняно з селітебними зонами, за виключенням м. Жовті Води, де

токсичність ґрунтів у селітебній зоні така ж сама, як і промислової. Взагалі токсичність ґрунтів на території промислових міст Дніпропетровської області в 13,3–20,6 раз більше, ніж у рекреаційній зоні курорту «Солоний лиман».

Таблиця 2

Біоіндикаційна оцінка токсичності та мутагенності досліджуваних ґрунтів на територіях промислових агломерацій Дніпропетровської області за результатами Allium-тесту

№ проби	Тест-полігон	Біогести		ІУПУ біоінд***
		УПУ ₁ *	УПУ ₂ **	
1	Сільськогосподарська зона курорту Солоний лиман	0,102	0,239	0,170
2	Рекреаційна зона курорту Солоний лиман	0,036	0,120	0,092
3	Селітебна зона м. Вільногірськ	0,633	0,531	0,582
4	Промислова зона м. Вільногірськ	0,712	0,895	0,804
5	Селітебна зона м. Павлоград	0,478	0,308	0,393
6	Промислова зона м. Павлоград	0,632	0,631	0,632
7	Селітебна зона м. Жовті Води	0,743	0,634	0,688
8	Промислова зона м. Жовті Води	0,715	0,801	0,759
9	Центр м. Нікополь	0,530	0,504	0,517
10	Район Південного трубного заводу м. Нікополь	0,626	0,256	0,441
11	Район с. Новопавлівка та с. Лалінка, м. Нікополь	0,653	0,562	0,608
12	Район Нікопольського феросплавного заводу, м. Нікополь	0,557	0,566	0,562

*УПУ₁ – за величиною мітотичного індексу; **УПУ₂ – за частотою хромосомних аберацій; ***ІУПУ_{біоінд} – інтегральний умовний показник ушкодженості біоіндикаторів

Що стосується мутагенності ґрунтів, то на території м. Жовті Води відмічається їх «катастрофічний» стан за цією ознакою, як у промисловій, так і у селітебній зонах. У місті Павлоград на території промзони стан ґрунтів «катастрофічний», а селітебній – «незадовільний», близький до «задовільного». На території м. Нікополя спостерігається приблизно однаковий «незадовільний» стан ґрунтів, за виключенням району Південного трубного заводу, де стан ґрунтів – «задовільний». У м. Вільногірськ на території промзони стан ґрунтів оцінюється як «катастрофічний», селітебній зоні він «незадовільний». Що стосується контрольної території, то тут відмічається «задовільний» стан ґрунтів у сільськогосподарській зоні та «еталонний» у рекреаційній зоні. Мутагенність ґрунтів у м. Жовті Води, Вільногірськ, Нікополь та Павлоград у 2,1–7,5 рази вище ніж на території ЛОК «Солоний Лиман».

Загальна токсико-мутагенної активність ґрунтів, визначена за результатами Allium-тесту, вище в 4,3–8,7 раз на досліджуваних промислових центрах Дніпропетровської області, у порівнянні з контрольною територією.

У зв'язку з тим, що за результатами Allium-тесту, на техногенно-навантажених територіях було виявлено підвищену токсичність та мутагенність ґрунтів і відповідно підвищений рівень ушкодженості біоіндикаторів, у порівнянні з контролем, тому виникла необхідність проведення статистичного аналізу даних фізико-хімічного та біоіндикаційних методів екологічної оцінки ґрунтів.

Для оцінки рівня впливу ВМ на стан біоіндикаторів проведений множинний кореляційно-регресійний аналіз. Були обчислені парний та множинний коефіцієнти

кореляції у відповідності з традиційними математичними методами параметричної статистики [8]. Результати розрахунків наведені в табл. 3–5.

Таблиця 3

Коефіцієнти парної кореляції між вмістом важких металів у ґрунтах та рівнем ушкодження біоіндикаторів

	C_{Mn}	C_{Pb}	C_{Zn}	C_{Cr}	C_{Cu}	C_{Ni}	C_{Co}	C_{Cd}	УПУ ₁	УПУ ₂
C_{Mn}	1	0,173	0,490	0,166	0,046	0,102	-0,288	-0,340	0,388	0,257
C_{Pb}	0,173	1	0,566	0,375	0,468	0,621	0,274	0,148	0,566	0,494
C_{Zn}	0,490	0,566	1	0,325	0,715	0,591	-0,309	0,153	0,528	0,496
C_{Cr}	0,166	0,375	0,325	1	0,644	0,570	0,522	0,543	0,699	0,772
C_{Cu}	0,046	0,468	0,715	0,644	1	0,846	0,201	0,470	0,509	0,692
C_{Ni}	0,102	0,621	0,591	0,570	0,846	1	0,341	0,275	0,476	0,511
C_{Co}	-0,288	0,274	-0,309	0,522	0,201	0,341	1	0,424	0,435	0,512
C_{Cd}	-0,340	0,148	0,153	0,543	0,470	0,275	0,424	1	0,354	0,639
УПУ ₁	0,388	0,566	0,528	0,699	0,509	0,476	0,435	0,354	1	0,788
УПУ ₂	0,257	0,494	0,496	0,772	0,692	0,511	0,512	0,639	0,788	1

Примітка C – вміст рухомих форм важких металів у ґрунті, мг/кг; УПУ₁ – за величиною мітотичного індексу; УПУ₂ – за частотою хромосомних аберацій

Таблиця 4

Коефіцієнти множинної кореляції між вмістом важких металів у ґрунті та рівнем ушкодження біоіндикаторів за тестом «Величина мітотичного індексу»

	C_{Mn}	C_{Pb}	C_{Zn}	C_{Cr}	C_{Cu}	C_{Ni}	C_{Co}	C_{Cd}
C_{Mn}	1	0,638*	0,549*	0,752**	0,626*	0,586	0,691*	0,646*
C_{Pb}	0,638*	1	0,620*	0,772**	0,630*	0,588	0,637*	0,629*
C_{Zn}	0,549*	0,620*	1	0,768**	0,560	0,566	0,821*	0,596
C_{Cr}	0,752**	0,772**	0,768**	1	0,703*	0,705*	0,704*	0,700*
C_{Cu}	0,626*	0,630*	0,560	0,703*	1	0,516	0,612*	0,525
C_{Ni}	0,586	0,588	0,566	0,705*	0,516	1	0,557	0,529
C_{Co}	0,691*	0,637*	0,821**	0,704*	0,612*	0,557	1	0,473
C_{Cd}	0,646*	0,629*	0,596	0,700*	0,525	0,529	0,473	1

Примітка * – вірогідність помилки $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Приведені дані свідчать про наявність суттєвої кореляції між вмістом ВМ (а саме: Pb, Zn, Cr, Cu) у ґрунті та показниками біоіндикації, розрахованими за тестом «Величина мітотичного індексу», оскільки коефіцієнти кореляції $R_{xy} > 0,5$). Між показниками біоіндикації, розрахованими за тестом «Частота абераційних хромосом» та концентраціями важких металів (Cr, Cu, Ni, Co, Cd) також відмічено середній та сильний кореляційний зв'язок.

Крім індивідуальної токсичності ВМ, має місце ефект сумачії біологічної дії – збільшення ефекту одного виду дії за наявності іншої, тобто збільшення ефекту сумісної дії одного з чинників. Тому одночасно з аналізом двомірних сукупностей було застосовано статистичний аналіз багатомірних кореляційних зв'язків (табл. 4 та 5). Обчислені коефіцієнти множинної кореляції вказують на те, що зв'язок є прямим у всіх випадках, тобто - це є підтвердженням того, що при збільшенні вмісту в ґрунті рухомих форм ВМ умовний показник ушкодження біоіндикаторів набуває більшого значення, а значить – погіршується стан фітоіндикаторів.

Таблиця 5

Коефіцієнти множинної кореляції між вмістом важких металів у ґрунтах та рівнем ушкодженості біоіндикаторів за тестом «Частота аберантних хромосом»

	C_{Mn}	C_{Pb}	C_{Zn}	C_{Cr}	C_{Cu}	C_{Ni}	C_{Co}	C_{Cd}
C_{Mn}	1	0,524	0,496	0,783**	0,728*	0,551	0,664*	0,814**
C_{Pb}	0,524	1	0,559	0,803**	0,718**	0,559	0,630*	0,756**
C_{Zn}	0,496	0,559	1	0,814**	0,692**	0,565	0,857***	0,755**
C_{Cr}	0,783**	0,803**	0,814**	1	0,813**	0,777**	0,783**	0,815**
C_{Cu}	0,728*	0,718**	0,692*	0,813**	1	0,706*	0,790**	0,778**
C_{Ni}	0,551	0,559	0,565	0,777**	0,706*	1	0,625*	0,728*
C_{Co}	0,664*	0,630*	0,857***	0,783**	0,790**	0,625*	1	0,692*
C_{Cd}	0,814**	0,756**	0,755**	0,815**	0,778**	0,728*	0,692*	1

Примітка: Теж саме, що й у табл. 4

Після того, як було визначено, що між вмістом у ґрунті рухомих форм ВМ і відгуками біоіндикаторів існує середній, сильний і дуже сильний зв'язок, виникає потреба у знаходженні ліній регресії різного характеру.

Лінійне рівняння регресії, що описує залежність між вмістом у ґрунті двох рухомих форм ВМ і параметрами біоіндикації є вид:

$$УПУ_i = b_0 + b_1 \cdot C_{Me1} + b_2 \cdot C_{Me2}, \quad (1)$$

де $УПУ_i$ – відповідні умовні показники ушкодженості, розраховані за тестами «Величина мітотичного індексу» і «Частота аберантних хромосом», у. о. ; b_0 – вільний член рівняння; b_1 і b_2 – параметри рівняння; C_{Me1} і C_{Me2} – вміст у ґрунті рухомих форм відповідно ВМ₁, мг/кг.

Для знаходження параметрів даного рівняння використовували метод найменших квадратів. Тісноту зв'язку між результативною ознакою та сукупністю факторних ознак визначали за допомогою сукупного коефіцієнта кореляції

$$R_{УПУ C_{Me1} C_{Me2}} = \sqrt{\frac{\sigma_{УПУ C_{Me1} C_{Me2}}^2}{\sigma_{УПУ}^2}}, \quad (2)$$

$$\sigma_{УПУ C_{Me1} C_{Me2}} = \frac{1}{n} (b_0 \sum УПУ_i + b_1 \sum C_{Me1} УПУ_i + b_2 \sum C_{Me2} УПУ_i) - УПУ_i^2 \quad (3)$$

$$\sigma_{УПУ}^2 = \frac{\sum УПУ_i^2}{n} - \left(\frac{\sum УПУ_i}{n} \right)^2 \quad (4)$$

Ступінь впливу факторів на результативну ознаку визначали за допомогою коефіцієнта детермінації (R^2), що характеризує частку варіації результативної ознаки, яка лінійно пов'язана з варіацією включених у рівняння регресії факторних ознак $R^2 = (R)^2$.

У результаті математичного аналізу були отримані рівняння лінійних регресій і встановлені відповідні коефіцієнти кореляції і детермінації. Нижче приведені рівняння лінійних регресій, котрі мають середній і сильний зв'язок за коефіцієнтом детермінації (табл. 6 та 7).

Слід відзначити, що між умовним показником ушкодженості, розрахованим за тестом «Величина мітотичного індексу» та вмістом у ґрунті рухомих форм цинку та

хрому відмічено сильний зв'язок, а також між умовним показником ушкоджуваності, розрахованим за тестом «Частота аберантних хромосом», та вмістом у ґрунті рухомих форм цинку та кобальту зв'язок також сильний.

Таблиця 6

Моделі множинної лінійної регресії між показниками біоіндикації, розрахований за тестом «Величина мітотичного індексу» (УПУ₁) і вмістом у ґрунтах рухомих форм важких металів (С_{Me₁}, С_{Me₂})

Модель двохфакторної лінійної регресії	Коефіцієнт множинної кореляції (R)	Коефіцієнт детермінації (D), %	Критерій Фішера	Рівень вірогідності (P)
$УПУ_1 = 0,229 + 0,001 C_{Mn} + 0,003 C_{Pb}$	0,638	40,7	2,488	<0,05
$УПУ_1 = 0,096 + 0,0007 C_{Mn} + 0,138 C_{Cr}$	0,752	56,6	3,421	<0,01
$УПУ_1 = 0,166 + 0,0009 C_{Mn} + 0,106 C_{Cu}$	0,626	39,2	2,410	<0,05
$УПУ_1 = 0,078 + 0,001 C_{Mn} + 0,395 C_{Co}$	0,691	47,7	2,867	<0,05
$УПУ_1 = 0,197 + 0,001 C_{Mn} + 0,23 C_{Cd}$	0,646	41,7	2,539	<0,05
$УПУ_1 = 0,305 + 0,001 C_{Pb} + 0,009 C_{Zn}$	0,620	38,4	2,369	<0,05
$УПУ_1 = 0,159 + 0,001 C_{Pb} + 0,137 C_{Cr}$	0,772	59,6	3,646	<0,01
$УПУ_1 = 0,272 + 0,002 C_{Pb} + 0,093 C_{Cu}$	0,630	39,7	2,432	<0,05
$УПУ_1 = 0,285 + 0,003 C_{Pb} + 0,135 C_{Cu}$	0,637	40,6	2,478	<0,05
$УПУ_1 = 0,326 + 0,003 C_{Pb} + 0,125 C_{Cd}$	0,629	39,6	2,425	<0,05
$УПУ_1 = 0,126 + 0,007 C_{Zn} + 0,121 C_{Cr}$	0,768	59,0	3,598	<0,01
$УПУ_1 = 0,01 + 0,012 C_{Zn} + 0,478 C_{Co}$	0,821	67,4	4,316	<0,01
$УПУ_1 = 0,185 + 0,129 C_{Cr} + 0,03 C_{Cu}$	0,703	49,4	2,968	<0,05
$УПУ_1 = 0,196 + 0,149 C_{Cr} - 0,001 C_{Ni}$	0,705	49,7	2,986	<0,05
$УПУ_1 = 0,27 + 0,17 C_{Cr} - 0,213 C_{Co}$	0,704	49,6	2,974	<0,05
$УПУ_1 = 0,191 - 0,018 C_{Cr} + 0,153 C_{Cd}$	0,700	49,0	2,940	<0,05
$УПУ_1 = 0,253 + 0,105 C_{Cu} + 0,127 C_{Co}$	0,612	37,5	2,319	<0,05

Таблиця 7

Моделі множинної лінійної регресії між показниками біоіндикації, розрахованими за тестом «Частота аберантних хромосом» (УПУ₂) і вмістом у ґрунтах рухомих форм важких металів (С_{Me₁}, С_{Me₂})

Модель двохфакторної лінійної регресії	Коефіцієнт множинної кореляції (R)	Коефіцієнт детермінації (D), %	Критерій Фішера	Рівень вірогідності (P)
$УПУ_2 = 0,113 + 0,0003 C_{Mn} + 0,158 C_{Cr}$	0,783	61,4	3,780	<0,01
$УПУ_2 = 0,163 + 0,0006 C_{Mn} + 0,138 C_{Cu}$	0,728	53,0	3,186	<0,05
$УПУ_2 = -0,064 + 0,001 C_{Mn} + 0,682 C_{Co}$	0,664	44,0	2,661	<0,05
$УПУ_2 = 0,177 + 0,001 C_{Mn} + 0,34 C_{Cd}$	0,814	66,3	4,205	<0,01
$УПУ_2 = 0,095 + 0,002 C_{Pb} + 0,144 C_{Cr}$	0,803	64,5	4,042	<0,01
$УПУ_2 = 0,196 + 0,002 C_{Pb} + 0,12 C_{Cu}$	0,718	51,6	3,098	<0,01
$УПУ_2 = 0,093 + 0,003 C_{Pb} + 0,434 C_{Co}$	0,630	39,7	2,435	<0,05
$УПУ_2 = 0,253 + 0,004 C_{Pb} + 0,24 C_{Cd}$	0,756	57,2	3,465	<0,01
$УПУ_2 = 0,11 + 0,005 C_{Zn} + 0,144 C_{Cr}$	0,814	66,3	4,211	<0,01
$УПУ_2 = 0,252 + 0,00005 C_{Zn} + 0,14 C_{Cu}$	0,692	47,9	2,877	<0,05
$УПУ_2 = -0,17 + 0,012 C_{Zn} + 0,784 C_{Co}$	0,857	73,4	4,987	<0,001
$УПУ_2 = 299 + 0,007 C_{Zn} + 0,239 C_{Cd}$	0,755	57,1	3,458	<0,01

Модель двохфакторної лінійної регресії	Коефіцієнт множинної кореляції (R)	Коефіцієнт детермінації (D), %	Критерій Фішера	Рівень вірогідності (P)
$УПУ_3 = 0,133 + 0,117 C_{Ca} + 0,067 C_{Cu}$	0,813	66,1	4,189	<0,01
$УПУ_3 = 0,135 + 0,15 C_{Ca} + 0,028 C_{Ni}$	0,777	60,4	3,703	<0,01
$УПУ_3 = 0,102 + 0,146 C_{Ca} + 0,159 C_{Co}$	0,783	61,3	3,772	<0,01
$УПУ_3 = 0,193 + 0,129 C_{Ca} + 0,127 C_{Cd}$	0,815	66,5	4,225	<0,01
$УПУ_3 = 0,296 + 0,186 C_{Ca} - 0,069 C_{Ni}$	0,706	49,8	2,992	<0,05
$УПУ_3 = 0,046 + 0,125 C_{Ca} + 0,414 C_{Co}$	0,790	62,4	3,861	<0,01
$УПУ_3 = 0,269 + 0,102 C_{Ca} + 0,167 C_{Cd}$	0,778	60,6	3,717	<0,01
$УПУ_3 = 0,093 + 0,1 C_{Ni} + 0,407 C_{Co}$	0,625	39,0	2,400	<0,05
$УПУ_3 = 0,263 + 0,095 C_{Ni} + 0,223 C_{Cd}$	0,728	53,0	3,187	<0,05
$УПУ_3 = 0,26 + 0,313 C_{Ca} + 0,213 C_{Cd}$	0,692	47,9	2,876	<0,05

Крім того, якщо відома концентрація одного з металів, можна розрахувати вміст іншого металу в ґрунті, або знаючи концентрацію двох металів, можна визначити рівень ушкодженості біоіндикаторів. При збільшенні концентрації двох ВМ у ґрунті можна отримати прогноз про рівень ушкодження біоіндикаторів з похибкою 20 % і оцінити екологічний стан ґрунтів на досліджуваній території. Знайдені емпіричні рівняння регресії вказують на те, що при збільшенні рівня ушкодженості біоіндикаторних тест-систем на 0,1 у. о. при постійному вмісті в ґрунті рухомої форми одного з двох важких металів, вміст іншого змінився у середньому на коефіцієнт $0,1b_1$, і навпаки – при постійному числі X_2 , величина X_1 змінюється у середньому на коефіцієнт $0,1b_2$.

Таким чином, можна зробити висновок, що отримані лінійні моделі є адекватними для прогнозування екологічного стану ґрунтів за рівнем ушкодженості біоіндикаторів від вмісту в ґрунті рухомих форм ВМ. Це дає можливість використовувати при проведенні хімічного аналізу ґрунтів цитогенетичні методи біоіндикації.

Таким чином, результати проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Установлені зв'язки між рівнями ушкодженості високочутливих біоіндикаторів та концентраціями рухомих форм важких металів у ґрунтах;
2. Обґрунтована можливість використання цитогенетичних методів біоіндикації (Allium-тест) для кількісної оцінки ступеню забруднення ґрунтів рухомими формами ВМ.

Бібліографічні посилання

1. Котвіцька І. М. Важкі метали в ґрунтах київського мегаполісу / І. М. Котвіцька // Пошукова та екологічна геохімія. – 2003. – №2/3. – С. 79–81.
2. Гайдихович Е. В. Техногенные источники загрязнения почв тяжелыми металлами / Е. В. Гайдихович // Пошукова та екологічна геохімія. – 2003. – №2/3. – С. 88–90.
3. Жук Е. А. Использование показателей подвижности тяжелых металлов при эколого-геохимической оценке почв урбанизированных территорий / Е. А. Жук // Пошукова та екологічна геохімія. – 2003. – №2/3. – С. 82–84.
4. Гороява А. И. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов / А. И. Гороява, Л. Ф. Бобырь, Т. В. Скворцова и др. // Цитология и генетика. – 1996. – Вып. 30, №6. – С. 78–86.

5. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М., 1970. – 490 с.
6. МР 2.2.12–141–2007 Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів / [А. І. Горова, С. А. Риженко, Т. В. Скворцова та ін.]. – К., 2007. – 35 с.
7. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. 4-е изд., перераб. и доп. / З. П. Паушева. – М., 1988. – 271 с.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М., 1990. – 352 с.

Надійшла до редколегії 22.12.09

УДК 504.054+528.8

А. А. Кроик, Л. О. Дорганова

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Проведено аналіз можливостей сучасних супутникових систем дистанційного зондування Землі щодо моніторингу екологічного стану територій, забруднених важкими металами, та визначені найбільш оптимальні з них. Знайдені найбільш інформативні діапазони спектра для дистанційної індикації важких металів у рослинах та запропоновані спеціальні спектральні індекси.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, екологічний моніторинг, важкі метали, спектральні індекси.

Исследованы возможности современных систем дистанционного зондирования Земли в космическом мониторинге экологического состояния территорий, загрязненных тяжелыми металлами, и определены наиболее оптимальные из них. Найдены наиболее информативные диапазоны спектра для дистанционной индикации тяжелых металлов в растениях и предложены специальные спектральные индексы.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, экологический мониторинг, тяжелые металлы, спектральные индексы.

Possibilities of modern Earth remote sensing systems are investigated in the space environmental monitoring of areas, contaminated with heavy metals, and the best of them are identified. The most informative E-field radiation spectrum zones for remote indication of heavy metals are identified and the special spectral indexes are offered.

Keywords: Earth remote sensing, environmental monitoring, heavy metals, spectral indexes.

Введение. Устойчивое социально-экономическое развитие современного общества невозможно без оценки различных типов антропогенного влияния на окружающую среду, а также степени ее защищенности. Среди приоритетных загрязнителей промышленно-развитых территорий особое место занимают тяжелые металлы из-за их исключительно негативного влияния на здоровье и качество жизни населения. Основными поставщиками тяжелых металлов в окружающую среду являются промышленные предприятия горно-металлургического, топливно-энергетического, химического комплексов, а также автотранспорт.

Установлено, что вблизи горно-металлургических предприятий в радиусе 5 км наблюдается высокое загрязнение почв тяжелыми металлами. Около больших ТЭС загрязнение отмечается в радиусе 10–20 км. Например, при сгорании угля в атмосферу попадает кадмий в количестве, превышающем природные показатели в 40 раз. Тяжелые металлы вымываются из отвалов зол и шлаков ТЭС, которые содержат в значительных количествах также и радионуклиды. Почва на территории полигонов твердых бытовых отходов содержит в повышенных концентрациях кобальт, хром, свинец, никель, медь [1].

Одним из шагов достижения экологической безопасности промышленно-развитых территорий является регулярный контроль параметров окружающей среды, особенно на региональном уровне. Однако мониторинг с применением только наземных средств проводится вблизи тех или иных потенциальных источников загрязнения (промышленных предприятий) и касается лишь отдельных объектов окружающей среды (почва, вода, растения) и не дает общего представления об экологическом состоянии окружающей среды в целом в регионе. Поэтому мониторинг экологического состояния техногенно нагруженных территорий на предмет загрязнения их тяжелыми металлами обязательно должен быть комплексным с применением как наземных, так и космических методов исследований.

Целью настоящей работы является оценка возможностей применения методов космического мониторинга для исследования экологического состояния территорий промышленных агломераций на предмет загрязнения их тяжелыми металлами.

Изложение основного материала. Наличие тяжелых металлов в окружающей среде приводит к накоплению их растениями и, как следствие, вызывает стресс растительности, выраженный в морфологических эффектах (задержка роста, уменьшение биомассы), и изменениях распределения видов в пределах определенных территорий. Оценить эти нарушения можно по изменению спектральных отражательных характеристик растительности. Это позволяет принять состояние растительности на определенной территории в качестве индикатора уровня загрязнения. Тяжелые металлы воздействуют на пигментный состав растений, вызывая изменение оптических характеристик в видимом диапазоне спектра [2].

Проанализировав возможности современных и перспективных систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) различного пространственного, спектрального и временного разрешения, были выделены преимущества дистанционного аэрокосмического мониторинга, основанные на таких обусловивших их широкое применение в геоинформационных системах свойствах данных ДЗЗ как [3]:

- объективность;
- оперативность;
- регулярность (обеспечивается получение снимков на одну и ту же территорию при одинаковых условиях, например, солнечно-синхронные орбиты, что очень важно при организации мониторинговых исследований);
- разнообразие;
- возможность получения разновременных материалов съемки;
- обзорность (обширные регионы покрываются съемкой единовременно при одних и тех же условиях, в результате чего появляется возможность вести исследования в глобальном и даже планетарном масштабе);
- детализация и генерализация;

– комплексность (на снимках одновременно отображаются различные компоненты геосферы – литосфера, гидросфера, биосфера, атмосфера, что позволяет изучать их взаимодействие и взаимосвязи).

Исследовав требования к параметрам аэрокосмической информации, выдвигаемым при решении поставленной задачи, был сделан вывод, что основным из них является высокое спектральное разрешение (на уровне 30–40 нм) и пространственное разрешение не хуже 50 м. Таким параметрам лучше всего отвечают гиперспектральные системы ДЗЗ среднего и высокого разрешения [4].

С другой стороны, проведя обзор теоретических моделей, описывающих отражательные свойства растительности и системы «почва-растение», а также проанализировав зависимость спектра отражения растительности от концентрации в них тяжелых металлов [5], было установлено, что растительность как интегральная составляющая системы «почва-растение» может быть более информативной при использовании гиперспектральных данных, чем при многоспектральных. Высокое спектральное разрешение гиперспектрометров позволяет осуществлять «химическое зрение», т. е. определять компонентный состав вещества зондируемого объекта в пределах пиксела [6].

Установлено, что, в основном, тяжелые металлы действуют на пигменты, влияющие на оптические характеристики растительности в видимом диапазоне спектра. В результате исследования нескольких десятков разных информативных параметров спектров отражения растительности, особенно вегетационных индексов, а также их связи с содержанием основных пигментов в растениях, выделены наиболее информативные диапазоны спектра для оценки влияния как отдельных тяжелых металлов, так и их групп на спектральную отражательную способность растений и предложены специальные спектральные индексы (таблица) [7].

Наиболее информативные диапазоны спектра для дистанционной индикации тяжелых металлов в растениях:

Mn – 400...750 нм, **Fe** – 400...575 нм и 585...750 нм, **Pb, Zn, Cr** – 450...480 нм и 620...750 нм, **Cd** – 450...550 нм, **Cu** – 450...480 нм, 510...550 нм и 620...750 нм, **Ni** – 450...480 нм и 550...575 нм, **Mg** – 620...750 нм.

Таблица

Специальные спектральные индексы для оценки влияния отдельных тяжелых металлов на растительность
($R_\lambda R_\lambda$ – коэффициент спектральной яркости, где λ – длина волны в нм)

	$\frac{R_{435}}{R_{500}}$	$\frac{R_{435}}{R_{585}}$	$\frac{R_{450}}{R_{685}}$	$\frac{R_{450}}{R_{485}}$	$\frac{R_{465}}{R_{685}}$	$\frac{R_{485}}{R_{685}}$	$\frac{R_{500}}{R_{450}}$	$\frac{R_{500}}{R_{465}}$	$\frac{R_{500}}{R_{620}}$	$\frac{R_{550}}{R_{485}}$	$\frac{R_{670}}{R_{620}}$
Mn		+		+	+		+			+	+
Zn					+	+					+
Cd	+						+	+			
Pb						+					+
Cu							+		+		
Cr			+								+
Ni	+	+									

Необходимо отметить, что симптомы поражения растительности могут быть связаны не только со способностью последней поглощать определенные виды

металлов (некоторые виды растительности толерантны к воздействию определенных поллютантов), а также с наличием патогенной флоры, пестицидов, удобрений и таких физических факторов, как влажность, инсоляция, температура. Поэтому, проведение мониторинга окружающей среды аэрокосмическими средствами требует обязательной верификации полученных данных наземными методами.

Исходя из этого, а также доступности спутниковых данных (по сети Интернет) на сегодняшний день наиболее эффективным средством спутникового мониторинга загрязненности окружающей среды тяжелыми металлами можно считать космические снимки Terra/ASTER и EO-1/Hyperion.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование современных и перспективных данных ДЗЗ, особенно гиперспектральных, в комплексном мониторинге промышленно-развитых территорий на предмет загрязнения их тяжелыми металлами вполне возможно и целесообразно. Наиболее перспективным представляется комплексный подход к использованию и обработке данных ДЗЗ совместно с наземной информацией в рамках геоинформационных систем в целях предоставления наиболее полной, актуальной и объективной информации о природно-ресурсном потенциале, экономическом и экологическом состоянии территории для принятия управленческих решений как в региональном, так и в отраслевом аспектах.

Библиографические ссылки

1. Сурин В. Г. Мониторинг состояния природно-техногенных комплексов по космическим снимкам / В. Г. Сурин, М. А. Шубина // Оптический журнал. – 2006. – Т. 73, № 4. – С. 88–92.
2. Выгодская Н. Н. Теория и эксперимент в дистанционных исследованиях растительности / Н. Н. Выгодская, И. И. Горшкова. – Л., 1987. – 245 с.
3. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды / под ред. В. Н. Рождествина. – М., 2002. – 528 с.
4. Михайлов А. Е. Дистанционные методы в геологии / А. Е. Михайлов. – М., 1993. – 224 с.
5. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск; 1991. – 151 с.
6. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / за ред. В. І. Лялька і М. О. Попова. – К., 2006. – 358 с.
7. Андреева А. В. Оценка экологического состояния окружающей среды по спектрам отражения индикаторных видов растительности / А. В. Андреева, А. А. Бузников, А. А. Тимофеев, Н. В. Алексева-Попова, А. И. Беляева // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. научн. статей. – М., 2006. – Вып. 3. – С. 265–270.

Надійшла до редколегії 12.03.2010

УДК 553.549:550.4:553.462/463(477)

М. З. Серебряна, Н. В. Тонкова

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ОСОБЛИВОСТІ ЗОЛОТОВМІЩУЮЧИХ МІНЕРАЛІВ ТА РУД У ЗВ'ЯЗКУ З МОЖЛИВІСТЮ ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ЗБАГАЧЕННЯ

Приведені дані досліджень характеру включення золота до піриту в сульфідно-кварцових золотовміщуючих рудах та руйнація таких асоціацій в умовах біотехнологічного процесу.

Ключові слова: золотовміщуючі мінерали, біотехнологічне збагачення.

Приведены данные исследований характера включения золота в пирит в сульфидно-кварцевых золотосодержащих рудах и деструкция таких ассоциаций в условиях биотехнологического процесса.

Ключевые слова. золотосодержащие минералы, биотехнологическое обогащение.

It's lead the investigation results of nature aurum inclusions in pyrite into the sulfide-quartz-aurum ores and distruction that association biotechnological treatment over.

Key words: gold minerals, biotechnological reaching.

Золото – досить розсіяний елемент, але створює промислові концентрації. В екзогенних умовах воно дуже стійке і тому легко накопичується в розсипах. Утім його субмікроскопічні включення, що містяться у сульфідах, в умовах окислення проявляють здатність до міграції. Це зумовлює накопичення золота.

Великі промислові концентрації золота виявляються в гідротермальних родовищах, що сформувалися за високих, середніх та низьких температур. У метаморфогенних родовищах знаходиться головна маса запасів золотовміщуючих руд. Серед золоторудних родовищ виділяються наступні промислові типи: високотемпературні гідротермальні (скарнової формації, кварц-золото-сульфідно-силікатної формації); середньо температурні (золото-кварцової формації, золото-баритової формації, золото-сульфідної формації); низькотемпературні гідротермальні (золото-кварц-адюляр-алунітової формації, золото-карбонатної формації); метаморфогенні золотоносні конгломерати.

З точки зору застосування біотехнологічних методів переробки золоторудних родовищ найбільшу цікавість представляють сульфідні формації. Тому детальніше ми зупинимося саме на них.

Золото-скарнова формація представлена невеликими родовищами, в яких золото пов'язане з сульфідами (піритом, піротином), покладеними на скарни.

Родовища кварц-золото-сульфідно-силікатної формації характеризуються невисоким, але рівномірним умістом сульфідів (10–20 %), які розвинені у вигляді жил, лінз та смуг. Серед сульфідів відмічено наявність галеніту, піротину, піриту, арсенопіриту та халькопіриту.

Родовища золото-кварцової формації представлені, головним чином, кварцом з незначними вкрапленнями сульфідів. Видиме золото частково пов'язане з сульфідами.

Золото-сульфідна формація представлена золото-колчеданними та золото-поліметалічними родовищами. У золото-колчеданних родовищах золото субмікроскопічне та знаходиться в невеликих концентраціях у піриті та інших сульфідах.

Золото-поліметалічні родовища характеризуються підвищеним вмістом золота у первинних рудах.

Низькотемпературні гідротермальні родовища майже не вміщують золота, асоційованого з сульфідами.

Великі родовища Українського щита, що вміщують основні ресурси і розвідані запаси, відносяться до одного із провідних у світі промислових типів (золото-кварц-сульфідна формація стародавніх щитів).

Представлені дані свідчать про те, що частина родовищ та рудопроявів УЩ містять певну частину золота асоційованого з сульфідами, що є підставою для застосування у процесі збагачення цих руд технології біоокислення сульфідів, яка на цей час визнається найбільш економічним та екологічним способом вскриття золота у сульфідах.

Золото поряд з самородними формами має зв'язки з іншими хімічними елементами, що призводить до наявності багаточисельних форм знаходження золота.

Пірит – звичайний рудний мінерал у родовищах золота, який являється одним із головних концентраторів золота. Такі властивості піриту, як форма кристалів, хімічний склад, елементи-домішки, піроелектрика, дають інформацію щодо зруденіння, рудного потенціалу, глибини зруденіння та інше. Одним з головних питань при збагаченні сульфідно-кварцових золотовміщуючих руд є питання руйнації піриту з визволенням асоційованого з ним золота. Останнім часом розпочата розробка та використання сучасних методів щодо визначення характеру асоціацій золота з сульфідами та розробки критеріїв оцінки ступеню руйнування сульфідів під час їхнього біоокислення. За допомогою сучасних методів спектроскопії, рентгенодіагностики, електронного зонду, іонного мікроаналізу та мікрозондового аналізу дана оцінка перспективності використання способу біовилуження «стійких» сульфідних руд.

Дослідженнями форм знаходження Au у сульфідах, сульфоарсенідах, миш'яквміщуючих піритах та арсенопіритах, що виконані Т. Т. Chen [5], встановлено, що в арсенопіриті Au присутнє як у хімічно пов'язаному стані, так і в елементарній формі, розмір золотин дуже малий та складає за більшістю випадків не більше декількох нанометрів у діаметрі. Під час автоклавного окислення стійких золотовміщуючих руд під дією високих температур та тиску здійснюється руйнування піриту і арсенопіриту та виділення дуже малих часток Au, які концентруються на залишку вилуження [5].

При проведенні кристалографічного дослідження піриту після його біовилуження встановлено, що мікробіологічна руйнація кристалів піриту відбувається переважно по площинах (100, 111 та 210). При використанні мікроорганізмів *Bacteria* (мезофільні) та *Archaea* (термофільні) встановлено, що глибина вилуження досягає до 100 Мм [3].

Під час кристалографічного контролю домішків інших елементів у золотоносному піриті за допомогою електронного мікрозонда та зображенню на вторинних йонах та йонного мікроаналізу [6] було вивчено розподіл Au з іншими домішними елементами в рудній стадії піриту із високосульфідного Au-Ag-Cu родовища Паскуа пояса Ель-Індіго центральної та північної частинах Чілі. Зображення свідчать, що вміст Au та Cu мають концентрично зональний розподіл, а Ag, As, Te, Se – концентрично та секторіально зональне. Головні асоціації домішних елементів – As-Ag, Au-Si, Se-Te. Припускається, що перші дві асоціації відображають парне заміщення Fe, тоді як Te і Se заміщують S під час прямого іонного обміну. Базуючись на подібності в зображенні секторальної зональності Ag та As автори припускають, що Ag входить до структури піриту завдяки пов'язаному заміщенню з As, в якому один атом Ag та

один атом As заміщують два атоми Fe, отримуючи $(Ag_{0.5}As_{0.5}^{3+})S_2$ у вигляді Au^{+++} .

Входження Au до піриту погоджується з інформацією щодо дуже високих окисних умов під час формування родовища Паскуа. Зональність за «невидимим» Au та асоційованими домішками у піриті рудної стадії родовища Паскуа є першим зафіксованим прикладом кристалографічного структурного контролю вмісту множини домішних елементів у піриті [6].

За допомогою методу гідротермальної термоградієнтної співкристалізації компонентів при 450 °C, тиску 1 кбар та різних активностях S у присутності домішок As та Se Смагуновим із соавторами [2] вивчено розподіл Au між піритом і гринокітом. Структурна складова домішок золота в мінералах знайдена під час вивчення статистичних вибірок аналітичних даних для монокристалів. При визначенні золота в окремих кристалах використовувався атомно-абсорбційний аналіз з графітовим атомізатором. Найбільший вміст золота встановлено в залізистому гринокіті – (10 ± 2) г/т. Закономірна зміна вмісту золота у співіснуючих фазах відзначена тільки у системі «стехіометричний піротин – гринокіт», де коефіцієнт розподілу $K_{Au, Po/Cr}$ досягає $(2,5 \pm 0,9)$. Це вказує на структурний характер домішок золота в $Fe_{0.1}S$ та дозволяє зробити оцінку межі входження золота як (25 ± 9) г/т [2].

За допомогою електронного мікрозонду Mikulski [8] зроблено аналіз співвідношення Co/Ni, вмісту миз'яку та золота у піриті із родовища Радоміце та Клектта. Різне співвідношення Co/Ni відтворює різні умови формування кристалів піриту: від пизньодіагенетичних та метаморфічних до гідротермальних. Форма кристалів піриту різноманітна – від фрамбоїдальних мікрозерен до ідіоморфних та ксеноморфних кристалів розміром декілька мм. У родовищі Радоміце збагаченість піриту «невидимим» Au (до 450 г/т) добре корелюється з домішками As, частка яких досягає 3,1 %. Російськими вченими [1] під час дослідження золото-срібних родовищ північно-східної Росії встановлені дві форми входження «невидимого» Au у піриті – сорбційна та структурна, з них більшість – сорбційна. Причина формування високих концентрацій «невидимого» золота у піриті – сорбція під час утворення проміжних сполук та комплексів, які вміщують Au та його елементи-супутники, наприклад As. На думку авторів під час розпаду вони залишають на поверхні кристалів мікрочастки Au та, можливо, більш складні метастабільні Au – вміщуючі мікрофази.

Необхідно визначити, що останнім часом велика кількість праць з біовилучення Au та вивчення теоретичних аспектів цього процесу проводиться в Китаї [4; 7; 9] Характеристика родовища золота Макаоке (північно-західний Китай) показала, що основні золотовміщуючі мінерали – пірит, арсенопірит, стібніт, реальгар та лімоніт. Виділені дві генерації піриту – осадово-діагенетична та гідротермальна, найвищий вміст золота знайдено в дрібних кристалах. Дрібні виділення стібніту та реальгару також вміщують більше золота, ніж більші за масою утворення. У лімоніті присутні достатньо великі золотини. Автори висувають гіпотезу, що формування родовища відбувалося за три етапи: осадово-діагенетичний, гідротермальний та гіпергенний [9].

Мікроморфологічний аналіз піриту із золотовміщуючого родовища Сяоцинлін, який проводився різними методами з вивченням негативної штриховки та морфологічної грані піриту /210/, показав, що грані піриту /210/ – це F-грані, які утворюють шари вільного росту. Механізм кристалічного росту контролюється площиною нуклеації. Позитивна штриховка на гранях формується за рахунок скупчення зростання на гранях /100/, а інша позитивна штриховка на гранях /210/ формується за рахунок

скупчення зростання на гранях /210/. Спостереження на просвітлюючому електронному мікроскопі вказують, що кристали з негативною штриховкою формуються за рахунок автоепітаксимального осадження на зростаючому кристалі блока зародку діаметром від 30 нм до 50 нм. Окрім знахідки на родовищі Шаканай в Японії, кристали піриту з негативною штриховкою також утворюються на золоторудних родовищах у кварц-сульфідних жилах [7].

Золоторудне родовище Дуланьсай, досліджене Guodong Chen [4], вважається середнім за масштабами зруденіння та характеризується ламко-пластичною зоною розсланцювання. Пірит є звичайним рудним матеріалом. Пірит, який не є золотоносним, має дуже просту морфологію, тоді як форми виділення золотоносного – складні. Геохімічні дослідження показали, що склад піриту змінюється від $Fe_{1,05} - S_2$ до $Fe_{0,941} - S_2$. Золото позитивно корелюється з Mn, Sr, Zn, Te, Pb, Ba та Ag. У піриті розрізняють 4 групи домішних елементів: Fe-Cu-Sr-Ag, Au-Te-Co, As-Pb-Zn, Mn-V-Ti-Ba-Ni-Cr.

Детальний мінералогічний аналіз характеру зростання піриту з золотом розпочато тільки в останні роки, особливо у зв'язку з впровадженням біотехнологічних методів переробки «стійких» руд та й подальше ширше використовуватися для вивчення та встановлення механізмів тих процесів, які протікають при взаємодії сульфідних мінералів з вилужуючими їх мікроорганізмами.

Бібліографічні посилання

1. **Кравцова, Р. Г.** Формы нахождения Au в рудах золото-серебряных месторождений (Северо-Востока России) / Р. Г. Кравцова, В. Л. Таусон // Труды 2-го Международного симпозиума «Золото Сибири: геология, геохимия, технология, экономика». – Красноярск, 2001. – С. 47–49.
2. **Смагунов, Н. В.** Особенности фазового соответствия при распределении золота между совместно растущими кристаллами гринокита и пирротина / Н. В. Смагунов, В. Л. Таусон, Т. М. Пастушкова и др. // Геохимия. – Иркутск, 2004. – №11. – С. 1203–1212.
3. **Etzel K.** Crystallographic effects on microbial pyrite leaching / K. Etzel, J. Toporski, W. Depmeier, H. Huber // *Schriftenr. Dtsch. Ges. Geowiss.* – 2005. – №39. – P. 93.
4. **Guodong Cheh.** Geochemical characteristics of pyrite in Duolan gold deposit, Xinjiang / Cheh Guodong, Xiao Huiliang, Zhou Jiuyan // *J. Geochem.* – 2005. – №3. – P. 280–288.
5. **Chen T. T.** Characterizing gold in refractory sulfide gold ores and residues / T. T. Chen, L. J. Cabri, J. E. Dutrizac // *Metals and Mater.* – 2002. – № 12. – P. 20–22.
6. **Chouinard Annick.** Crystallographic controls on trace-elements incorporation in auriferous pyrite from the Pascua epithermal high-sulfidation deposit, Chile-Argentina / Annick Chouinard, Jeanne Paquette, E. Anthony Williams-Jones // *Can Mineral.* – 2005. – №3. – P. 951–963.
7. **Liang-ju Zhang.** Исследование микроморфологии кристаллов пирита в золотоносной кварцевой жиле золоторудного месторождения Сяоцинлин // *Acta petrol. Et mineral.* – 2004. – №2. – С. 167–172.
8. **Mikulski Stanislaw Z.** Co, Ni, As and Au distribution within pyrite from the radomice and Klecza abandoned gold deposits (Kaczawa Mts) / Z. Stanislaw Mikulski, Boguslaw Baginski, Piotr Dzierzanowski // *Scientific Communication.* – Krakow, 2005. – P. 211–214.
9. **Shao-hong Fu.** Характеристика золотосодержащих минералов и их генетическое значение (золотое месторождение Манаоке, северо-западный Сычуань, Китай) / Fu Shao-hong, Gu Xue-xiang, Wang Ping // *Chendu Inst. Technol.* – 2002. – №4. – С. 422–427.

Надійшла до редколегії 20 12 09

УДК 556.332.4

Н. П. Шерстюк, И. А. Власова, Л. А. Носова

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ГИДРОЛИЗА В ФОРМИРОВАНИИ ЗОНЫ ГИПЕРГЕНЕЗА РАЙОНОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Виконано аналіз процесів гідролізу силікатів та алюмосилікатів, що надходять у ландшафт із хвостів збагачення залізної руди. Проведено оцінку та прогноз мінералоутворення в зоні гіпергенезу залізородних родовищ.

Ключові слова: мінералоутворення, зона гіпергенезу, хвости збагачення.

Выполнен анализ процессов гидролиза силикатов и алюмосиликатов, которые поступают в ландшафт из хвостов обогащения железной руды. Проведено оценку и прогноз минералообразования в зоне гипергенеза железородных месторождений.

Ключевые слова: минералообразования, зона гипергенеза, хвосты обогащения

The analysis of processes of hydrolysis of silicates and aluminosilicates which arrive in a landscape from tails of enrichment of iron ore is carried out. Assessment and forecast formation of minerals zone hyperhenezu iron deposits was carried out.

Key words: formation of minerals, zone hyperhenezu, tails of enrichment.

Постановка проблеми. В настоящее время достаточно хорошо изучены экологические проблемы, которые формируются на территориях с интенсивной горно-рудной экономикой, где полезные ископаемые в процессе освоения подвергаются воздействию разнообразных факторов по ходу реализации технологических цепочек. Минеральное вещество при этом подвергается более или менее глубокой трансформации как химического состава, так и физического состояния. Достаточно активно протекают процессы типа окислительного (гидролизного) деструктирования минералов. Последовательно формируются специфические (нередко токсичные) газы, растворы и твердые фазы, которые затем вступают в новые взаимодействия со многими компонентами окружающей среды.

Изучение техногенного минералообразования имеет особое значение в решении задач охраны окружающей среды на территориях горно-промышленных комплексов. Техногенное преобразование минералов является бесспорным индикатором многих процессов, наносящих ущерб не только окружающей среде (повышенная концентрация токсичных веществ в водах, засоленность грунтов, присутствие в строениях и конструкциях минерализованных растворов, интенсивная коррозия металлов и пр.), но и здоровью людей, живущих в рудных районах. В конце концов, на территории освоения месторождения часто возникает достаточно напряженное экологическое состояние, деформирующее условия жизнедеятельности животного и растительного мира (атмосфера, природные воды, трофические цепочки).

Анализ основных исследований и публикаций. В основу исследований положен принцип неравновесности гидрогеохимических систем, который был обоснован А. И. Перельманом [1]. Причина неравновесности вод, по мнению А. И. Перельмана, заключается в постоянном притоке энергии, носителями которой служат геохимические аккумуляторы – свободные кислород, углерод и водород органических веществ.

Для определения направленности процессов взаимодействия между жидкой и твердой фазами и наиболее вероятных продуктов этого преобразования, в настоящее время, все шире используются методы термодинамического анализа. Подобный подход в изучении физико-химической эволюции природных и природно-техногенных систем исходит из принципа локальных равновесий выдвинутого Д. С. Коржинским [2] и подтвержденного Р. М. Гаррелсом и И. Л. Крайстом [3], В. П. Зверевым [4], С. А. Шварцевым [5].

Анализ достижения гидрогеохимической системой равновесно-неравновесного состояния основано на теории вероятности, которая ориентирована во времени: вероятности переходов однозначно определены и не зависят от предыстории системы [6].

Исследования базируются на изучении минерального состава текучих и лежалых хвостов обогащения, которые выполнены В. Д. Евтеховым, И. А. Федоровой [7] и многолетними наблюдениями за химическим составом грунтовых вод на территории Северного горно-обогатительного комбината, которые выполняются гидрорезимными гидрогеологическими партиями.

Цель исследования. Анализ результатов наблюдений за химическим составом грунтовых вод на территории Северного горно-обогатительного комбината и существующих техногенных объектов показал, что гидрогеохимическая ситуация приобрела равновесно-неравновесный характер основным показателем которого являются кислотно-щелочные условия.

Целью работы является оценка и прогноз техногенного минералообразования в зоне гипергенеза железорудных месторождений.

Изложение основного материала. Взаимодействие между горными породами и природными водами можно рассматривать как ряд отдельных химических реакций. Начальными продуктами этих реакций являются какие-либо исходные минеральные воды, конечными – вторичные минералы, а также ионы и нейтральные молекулы, которые перешли в твердую фазу.

Используя основные понятия и законы термодинамического анализа (закон действующих масс, термодинамические константы равновесия) можно подойти к оценке сравнительной агрессивности природных вод по отношению к любому минералу. Такая величина показывает степень неравновесности природных вод с минеральным веществом. Агрессивность природных вод рассчитывается для конкретной системы, содержащей химические элементы, входящие в состав данного минерала в стандартных условиях (25°C , 10^5 Па).

Установление степени агрессивности каких-либо типов природных вод по отношению к минералам дает возможность выявить наиболее вероятные минеральные ассоциации, стабильные в условиях данной гидрогеохимической среды.

Криворожский бассейн является основным производителем железорудного сырья в Украине. В настоящее время здесь работает 17 горно-обогатительных предприятий, в том числе 12 шахт и 5 горно-обогатительных комбинатов (ГОКов). В процессе добычи и переработки железных руд за более чем 100 лет накоплены значительные объемы вскрытых пород в отвалах и отходах обогащения (хвостов) в хвостохранилищах. Последние, общий объем которых в шести хвостохранилищах ГОКов Кривбасса, по разным оценкам, составляет от 4 до 6 млрд. т. твердой фракции, в настоящее время активно изучаются как техногенное железо-рудное сырье [8; 9; 10].

Все хвостохранилища Кривбасса относят к комбинированным равнинно-балочным. По способу сооружения они первоначально имели характерные черты хвостохранилищ плотинного типа, но в последнее время, в связи с переполнением и

наращиванием дамб, приобрели признаки хвостохранилищ постепенной надстройки. В зависимости от рельефа местности хвостохранилища Кривбасса относят к комбинированным равнинно-балочного типа. Исключением является хвостохранилище ИнГОКа – равнинного типа. Все хвостохранилища имеют первый класс капитальности, то есть относятся к особо ответственным гидротехническим сооружениям [11].

Заполнение хвостохранилищ всех ГОКов Кривбасса отходами обогащения (так называемые, текущие хвосты) выполняется с помощью пульпопроводов, по которым отходы обогащения транспортируются объединенным потоком со всей обогатительной фабрики.

Минеральный состав продуктов обогащения (текущие хвосты) Северного горно-обогатительного комбината был выполнен с помощью дифференциального термического и рентгеноструктурного методов [7]. Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Анализ результатов таблицы показал, что общее содержание рудных минералов (магнетит, гематит) в текущих хвостах достигает 12 объемн. %, в том числе в монтмориллонитовом виде – около 8 объемн. %. Среди нерудных минералов преобладает кварц – 60 объемн. %. В достаточном количестве присутствуют натриевые амфиболы (8,5 объемн. %), кумингтонит (7 объемн. %), эгирин (3 объемн. %), биотит (1,5 объемн. %), карбонаты (3 объемн. %), хлорит и гранат (0,3 объемн. %).

Текущие хвосты имеют вид суспензий моно-, би- и полиминеральных частиц в воде, содержание твердой фракции составляет 4–6 мас. %. Размер частиц колеблется от 0,001 до 3–5 мм. В настоящее время объем отходов обогащения бедных магнетитовых руд (магнетитовые кварциты) составляет около 500 млн. м³. Отходы обогащения поступают в хвостохранилище в виде пульпы, которая состоит на 4–6 мас. % из минерального вещества и 94–96 % воды.

Хвостохранилище СевГОКа эксплуатируется с 1963 года, т. е. текущие хвосты преобразуются в лежалые хвосты, хвосты обогащения, которые накапливаются в хвостохранилище. Эти хвосты активно раздуваются и оседают на прилегающей территории (раз-

Таблица 1
Минеральный состав продуктов обогащения СевГОКа

Минералы		Содержание минералов, объемн. %	
		отходы обогащения (текущие хвосты)	
кварц		62,29	
магнетит		5,60	
гематит	железная слюда	6,33	6,30
	мартит		0,03
кумингтонит		6,85	
биотит		1,37	
хлорит		0,20	
эгирин		3,22	
магнезиорибекит		4,42	8,45
рибекит		4,03	
гранат		0,37	
селадонит		0,14	
стильпомелан		0,07	
кальцит		1,62	2,73
доломит		0,75	
сидерит		0,36	
пирит		0,23	
пиротин		0,03	
апатит		0,1	
халцедон		0,17	
опал		0,08	
палигорскит		0,1	
Fe-тальк		0,36	
альбит		0,21	
тетраферрибиотит		0,22	
гетит		0,19	
дисперсный гетит		0,07	
дисперсный гематит		0,11	
другие минералы		0,51	
Всего		100,0	

дувание с поверхности хвостохранилища составляет – 133,9 г/с, а годовой выброс – 4223,3 т/год).

Для определения количественных соотношений минералов в составе лежалых хвостов было проведено изучение минерального состава хвостов придамбовой части хвостохранилища СевГОКа [7]. Результаты придамбовой части лежалых хвостов обогащения приведены в таблице 2.

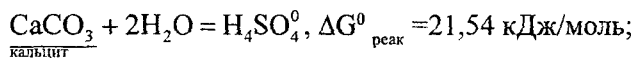
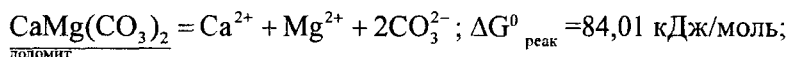
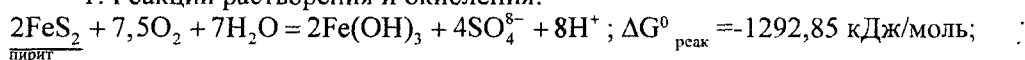
Таблица 2

Результаты придамбовой части лежалых хвостов обогащения хвостохранилища СевГОКа

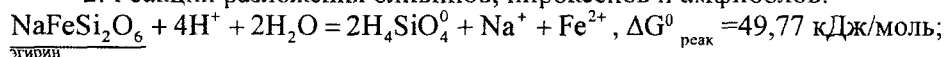
Идентифицированные минералы	Лежалые хвосты, объемн. %
Опал, вермикулит, монтмориллонит, гетит	21,42
Пирит, гидросидероплезит, ярозит, сидерит, сидеро-плезит, тюрингит, рипидолит	30,96
Железная слюда, мартит	15,02
Монтмориллонит, кальцит, ярозит	13,61
Кальцит, монтмориллонит, актинолит, рибекит, тальк, минсотагит, кумингтонит, рибекит, магнезиорибекит, эгирин, глаукофан, биотит, тетраферрибиотит	19,26

Анализ таблицы 2 показал, что в лежалых хвостах придамбовой части хвостохранилища появились минералы группы гидрослюд (вермикулит) и глин (монтмориллонит). Сравнивая минеральный состав текучих и лежалых хвостов продуктов обогащения СевГОКа можно сделать вывод о протекании следующих реакций вторичного минералообразования:

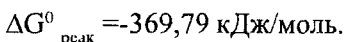
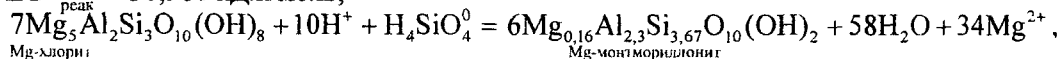
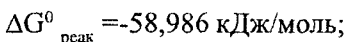
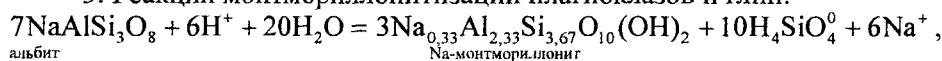
1. Реакции растворения и окисления:



2. Реакции разложения оливинов, пироксенов и амфиболов:



3. Реакции монтмориллонитизации плагиоклазов и глини:



Пирит – распространенный минерал многих месторождений полезных ископаемых. На земной поверхности сульфиды окисляются превращаясь в сульфаты. Воды становятся сернокислыми, из катионов в них преобладает Fe^{2+} , водородный ион H^+ , а из анионов – SO_4^{2-} .

Необходимо отметить, что $\Delta G^0_{\text{реак}} = -1292,85 \text{ кДж/моль}$, т. е реакция идет вправо. В сернокислые воды переходят медь, цинк и другие легкоподвижные металлы. При наличии в воде свободных ионов H^+ активизируются процессы образования слюд (вермикулит) и глини (монтмориллонит). Активный захват H^+ такими минера-

лами как альбит, Mg-хлорит, эгирин приводит к формированию щелочных условий (рН=8–9) в грунтовых водах на территории горно-обогатительных предприятий.

В лабораторных условиях был проведен эксперимент по изменению минерального состава лессовидных суглинков при разных кислотно-щелочных условиях.

Исходная проба грунта лессовидных суглинков включала кварц, натриевые и калиевые полевые шпаты, пироксен, слюду. Рентгенографический анализ выполнял к. т. н. В. А. Головкин на кафедре металлофизики физического факультета Днепропетровского национального университета, на приборе «ДРОН-2».

Эксперимент выполнялся по следующей методике.

В две металлопластиковые трубы диаметром 5 см и длиной 100 см поместили по 2,5 кг пробы грунта лессовидных суглинков. Трубы закрепили горизонтально на штативах с небольшим уклоном 15°. По всей длине трубы от начала через каждые 25 см просверлены отверстия для сбора и анализа фильтратов. Приготовили два исходных раствора хлорида натрия концентрацией 5 г/дм³. В первый раствор добавили 1 мл HNO₃ (1:1), рН раствора 2,5. Во второй добавили 1 мл КОН (10 %), рН раствора 11,8. Две исходные емкости, расположенные на высоте 60 см от трубы, заполнили кислым и щелочным растворами. Открыли вентили исходных емкостей и начали пропускать растворы через пробы грунта в трубах, регулируя подачу растворов. Процесс проходил медленно и непрерывно.

Через 19 месяцев эксперимент был завершен. Трубы были распилены на 4 части и в первых двух точках отобраны пробы грунта для рентгенографического анализа. Сравнивая полученные результаты анализа лессовидных суглинков до проведения эксперимента и после установлено, что произошли некоторые изменения в минеральном составе исследуемых образцов. После пропускания через пробу раствора с кислой реакцией в ней обнаружены гидрослюда, кальцит, доломит. После обработки пробы щелочным раствором в минеральном составе ее присутствуют каолинит и гидрослюда.

Результаты эксперимента позволяют установить наличие кислого и щелочного гидролиза и соответствующие им минеральные вторичные преобразования [12].

Выводы. Таким образом, очевидно, что все, что связано с отработкой месторождений, гипергенными процессами, техногенезом и шахтными водами, существенно изменяет геохимию ландшафта. Накопленные в техногенных водах элементы выносятся за пределы рудопоявлений и рассеиваются в грунтовых водах, атмосфере, почве, породах зоны аэрации, растениях и т. д. Эти процессы неизбежно нарушают экологическое равновесие в горнодобывающих регионах. Происходит губительное загрязнение окружающей среды.

Библиографические ссылки

1. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман. – М., 1966. – 387 с.
2. Коржинский Д. С. Теория метасоматической зональности / Д. С. Коржинский. – М., 1982. – 423 с.
3. Гаррелс Р. М. Растворы, минералы, равновесия / Р. М. Гаррелс. – М., 1968. – 367 с.
4. Зверев В. П. Техногенная минерализация зоны гипергенеза олово-рудных месторождений // Новые данные по магматизму и металлогении Дальнего Востока / В. П. Зверев. – Владивосток, 1998. – С. 145–153.
5. Шварцев С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С. Л. Шварцев. – М., 1988. – 366 с.
6. Пригожими. Порядок из хаоса / Пригожими. – М., 1986. – 426 с.
7. Евтехов В. Д. Гранулометрический состав отходов обогащения Северного горнообогатительного комбината Криворожского бассейна / В. Д. Евтехов, И. А. Федорова // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького технічного університету. – 2001. – № 1. – С. 38–46.

8. Барышников В. Г. Вторичные материальные ресурсы черной метал-лургии. Т. 2. Шлаки, шламы, отходы обогащения железных и марганцевых руд, отходы коксохимической промышленности, железный купорос / В. Г. Барышников, А. М. Горелов, Г. И. Папков и др. – М., 1986. – 344 с.
9. Евтехов В. Д. Альтернативная минерально-сырьевая база Криворожского железорудного бассейна / В. Д. Евтехов, И. С. Паранько, Е. В. Евтехов. – Кривой Рог, 1999. – 70 с.
10. Федоров И. С. Складирование отходов рудообогащения / И. С. Федоров, М. Н. Захаров. – М., 1985. – 228 с.
11. Евдокимов П. Д. Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик / П. Д. Евдокимов. – М., 1960. – 420 с.
12. Тютюнова Ф. И. Гидрогеохимия техногенеза / Ф. И. Тютюнова. – М., 1987. – 335 с.

Надійшла до редколегії 20.12 09

УДК 544.550.4

В. А. Білецька

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ІММОБІЛІЗАЦІЇ СВИНЦЮ ТА ХРОМУ ОСАДОВИМИ ПОРОДАМИ НЕПОРУШЕНОЇ СТРУКТУРИ

Досліджено закономірності динаміки іммобілізації свинцю та хрому карбонатними суглинками в умовах, наближених до природної фільтрації розчинів.

Ключові слова іммобілізація, важкі метали, смінь поглинання, карбонатний суглинок.

Исследованы закономерности динамики иммобилизации свинца и хрома карбонатными суглинками в условиях, приближенных к природной фильтрации растворов.

Ключевые слова: иммобилизация, тяжелые металлы, емкость поглощения, карбонатный суглинок.

The dynamics of immobilization of lead and chrome by carbonate loams in conditions, close to natural filtration of solutions was researched.

Key words immobilization, heavy metals, adsorption capacity, carbonate loams.

Постановка проблеми. При проведенні оцінки екологічної безпеки промислових регіонів важливе науково-методичне та практичне значення набуває вивчення самоочисної здатності геологічного середовища щодо забруднення важкими металами. Ґрунт та гірські породи, як найбільш активна геохімічна складова природно-техногенної системи, є ефективним фільтром-поглиначем на шляху міграції металів із атмосфери до підземних вод [2;3]. Сорбційні властивості порід щодо важких металів вивчаються зазвичай у статичних експериментах в умовах незначного техногенного навантаження. Для отримання найбільш достовірних геохімічних показників поглинаючої здатності гірських порід необхідно проведення досліджень з іммобілізації важких металів у модельних природно-техногенних системах у динамічних умовах.

Мета роботи – вивчення динаміки іммобілізації іонів свинцю та хрому на зразках карбонатного суглинку непорушеної структури, тобто монолітах, в умовах максимального наближення до природної фільтрації водних розчинів

Методика і результати досліджень. Зразки породи відбиралися ріжучими кільцями. Потім кільце з породою вставляли у фільтраційну установку. Для поперед-

ження набухання через породу на початку експерименту пропускали дистильовану воду та витримували породу в установці під навантаженням. Після установаження постійної величини на динамометрі до фільтраційної системи запускався техногенний розчин, що вміщував іони важкого металу. Подача розчину проводилася знизу вгору через усю поверхню зразка породи за схемою поршневого витискання. Збір фільтрату здійснювався зверху. Фільтрація проводилася при постійному напорі, але при змінному гідравлічному опорі трубки, через яку подавався розчин. Ці дві характеристики та пористість породи визначали швидкість фільтрації розчину крізь породу.

Через певні проміжки часу проводився відбір порцій фільтрату, в яких визначали рН, вміст іонів важкого металу та кальцію. За цими даними розраховували кількість іммобілізованого важкого металу і розчиненого (вимитого) з породи кальцію, швидкості іммобілізації (накопичення) металу породою та надходження іонів кальцію до розчину. Дослідження припиняли при зрівнянні вмісту металу в розчині на виході з породи з його вихідною концентрацією в розчині на вході у породу. Більшою частиною процес іммобілізації свинцю породою відбувався при швидкості фільтрації від 0,07 до 0,12 м/добу, хрому – від 0,03 до 0,18 м/добу.

На рис. 1 представлені вихідні криві зміни вмісту іонів важкого металу та іонів кальцію у фільтраті у досліді з вивчення динаміки іммобілізації металів на зразках порід непорушеної структури. В експерименті, коли крізь породу фільтрувався техногенний розчин, що вміщував 200 мг/дм³ іонів хрому, період повного поглинання металу, а значить і повної очистки розчину на виході з породи, тривав 35 діб. За наступні 4 доби концентрація хрому різко зросла до рівня його концентрації на вході у породу, процес іммобілізації тимчасово припинився.

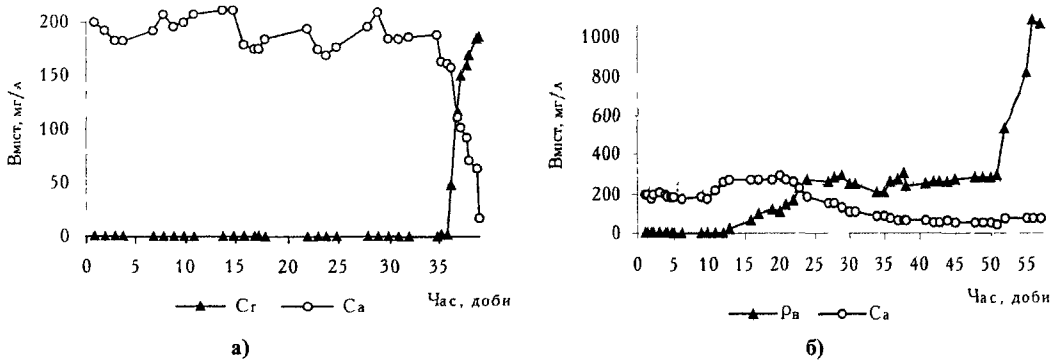


Рис. 1. Вихідні криві зміни вмісту іонів важкого металів та кальцію у досліді з вивчення динаміки іммобілізації металів на монолітах: а) хрому, б) свинцю

У подальшому процес іммобілізації хрому продовжився, але він проходив за умов, коли карбонатна буферність породи була повністю вичерпана, тому з породи фільтрувався кислий розчин. За 15 діб, відповідні цьому етапу, було іммобілізовано лише 6 % від загальної кількості поглинутого металу, процес проходив нестабільно зі значними коливаннями швидкісних характеристик. За цих причин процес іммобілізації хрому в області низьких значень рН можна вважати неефективним.

При фільтрації крізь зразок моноліту суглинку техногенного розчину, який вміщував 1000 мг/дм³ іонів свинцю, час його повної очистки був значно коротший – 11 діб. Але, як видно з рисунку, іммобілізація свинцю породою продовжувалася з різною інтенсивністю ще протягом 45 діб.

Установлено, що кожен з досліджених процесів іммобілізації важких металів карбонатним суглинком супроводжується переходом у фільтрат іонів кальцію. За рахунок карбонатної буферності породи у процесі іммобілізації хрому утворюється гідроксид хрому, а у процесі іммобілізації свинцю – карбонат та гідрокарбонат свинцю [1]. Оскільки ці процеси взаємопов'язані, то за тенденцією зміни концентрації кальцію у фільтраті можна оцінювати й інтенсивність та стабільність процесу іммобілізації металів. Сталість концентрації кальцію у фільтраті вказує на стаціонарність динамічного процесу і встановлення рівноваги перебігу процесів у гетерофазній системі «порода – техногенний розчин». Як правило, найбільша сталість процесів приходить на період повного поглинання металів породою, це обумовлено достатньою кількістю реагуючих речовин у системі.

Виходячи з величини співвідношення швидкості іммобілізації важкого металу (V_{Me}) до швидкості переходу іонів кальцію з породи до розчину (V_{Ca}) в динамічних експериментах можна оцінювати еквівалентність кількості іммобілізованого металу і іонів кальцію, що надходять у розчин, та робити висновок про взаємозв'язок та хімізм процесів, що перебігають у гетерофазній системі. Визначено, що найбільший зв'язок і збіг швидкісних характеристик двох процесів приходить на період повного поглинання свинцю і хрому породою, тобто на період, коли у фільтраті відсутні іони важких металів: у досліді з іммобілізації свинцю співвідношення швидкостей V_{Me}/V_{Ca} дорівнює 1,0; при іммобілізації хрому породою воно коливається в межах від 1,1 до 1,4.

За сумарним вмістом іонів важких металів та іонів кальцію в усіх порціях фільтрату відбудовані криві інтегрального накопичення породою свинцю і хрому, а також кінетичні криві, які кількісно відображають перехід кальцію з породи у розчин (рис. 2). З графіків видно, що у випадку іммобілізації карбонатним суглинком іонів свинцю і хрому процеси перебігають синхронно і кількісно збігаються.

При зіставленні розрахованих за експериментальними даними величин інтегральної ємності, виражених в еквівалентних одиницях, можна зробити висновок, що досліджена порода характеризується найбільшими захисними властивостями щодо хрому – інтегральна ємність складає 1,84 мг-екв/г або відповідно 31,3 мг/г. Трохи менша поглинальна здатність даної породи щодо свинцю – встановлена у експерименті з іммобілізації свинцю інтегральна ємність склала 1,4 мг-екв/г або відповідно 143,9 мг/г.

Установлена в динамічних дослідях інтегральна ємність поглинання свинцю карбонатним суглинком непорушеної структури становила 98 % від граничної сорбційної ємності породи, встановленої за статичних умов. Розрахована за експериментальними результатами величина інтегральної ємності поглинання суглинком хрому в 1,5 рази перевищила значення граничної сорбційної ємності цієї породи щодо хрому, визначене за статичних умов. Такі розбіжності можна пояснити тим, що утворення та осадження гідроксиду хрому та інших нерозчинних сполук внаслідок взаємодії карбонатного суглинку з техногенним розчином, який вміщує іони хрому, у статичних умовах призводить до зниження контакту між реагуючими речовинами, а з часом до повного перекриття поверхні породи та передчасного закінчення процесу іммобілізації. У динамічних експериментах фільтрація розчину сприяє відводу продуктів реакцій та усуває обмеження в доставці реагуючих речовин до зони реакції, тому процес іммобілізації за таких умов характеризується більшою ефективністю.

Кількісна оцінка загального об'єму техногенного розчину на момент припинення іммобілізації металу породою показала, що найбільш ефективним був процес іммобілізації хрому, потім – свинцю. За період, протягом якого відбувалася іммобілізація хрому, через фільтраційну установку був пропущений загальний об'єм тех-

ногенного розчину – близько 15 дм³. У досліді з іммобілізації свинцю ця величина склала 11,9 дм³. Загалом, іммобілізація металу і, як наслідок, зменшення його концентрації в техногенному розчині, відбувається при фільтрації через породу: не більше 171 см³/г техногенного розчину з вмістом 1000 мг/дм³ свинцю, не більше 205,8 см³/г з вмістом 200 мг/дм³ хрому.

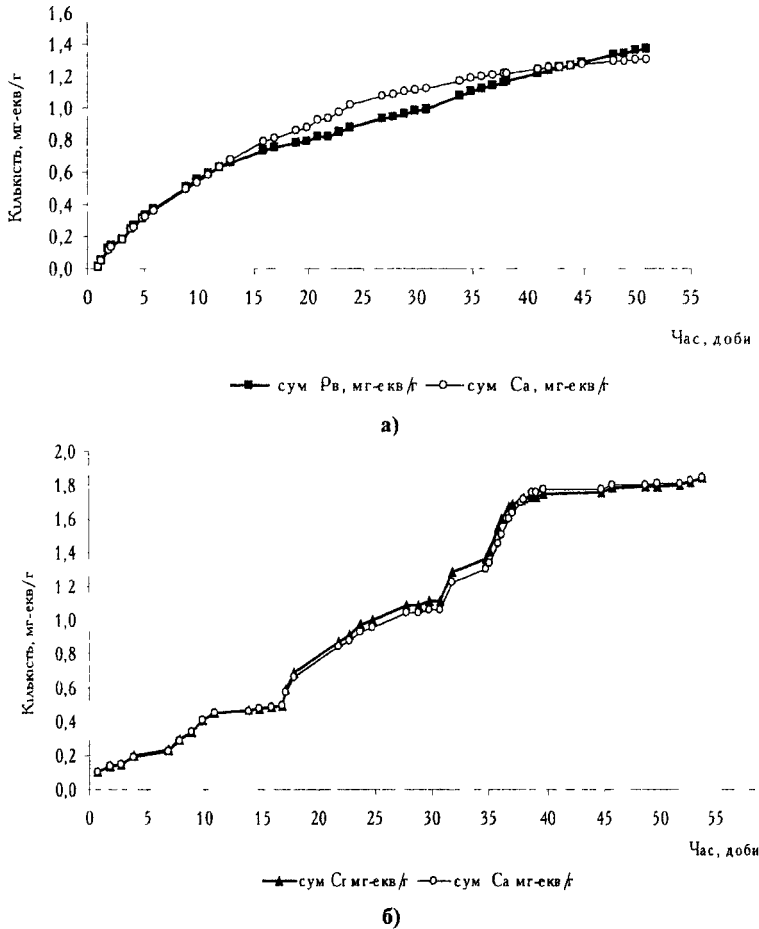


Рис. 2. Кінетика накопичення важких металів карбонатним суглинком та переходу іонів кальцію до розчину в динамічних експериментах з іммобілізації на зразках породи не порушеної структури: а) свинцю, б) хрому

Поглиналий резерв дослідженої породи, відповідний повному поглинанню металу складає: 65 см³ на 1г породи при фільтрації техногенного розчину з вмістом свинцю – 1000 мг/дм³, 116 см³/г – у разі іммобілізації хрому із розчину з концентрацією металу 200 мг/дм³. На момент виявлення у фільтраті перших іонів важких металів породою було іммобілізовано (мг/г): Pb – 125,6; Cr – 24,0.

Проведено аналіз залежності темпів іммобілізації металів і темпів руйнування карбонатних мінералів порід залежать від рівня техногенного навантаження і гідродинамічних характеристик гетерофазної системи «порода – техногенний розчин». Установлено, що при фільтрації техногенних розчинів з однаковою концентрацією металу захисні властивості породи краще проявляються в динамічних режимах з більшою швидкістю фільтрації. За цих умов у системі немає обмежень транспортування діючих речовин до зони реакції, процес іммобілізації проходить з більшою

інтенсивністю і більшою мірою реалізується поглинальний резерв породи. Визначено, що граничне значення інтегральної ємності порід щодо свинцю в динамічних умовах, не залежить від рівня техногенного навантаження.

Висновки. Таким чином, експериментально доведено, що граничні значення ємності поглинання свинцю і хрому осадовими породами, встановлені в динамічних експериментах, співпадають з відповідними показниками, визначеними у статичних умовах, якщо процес іммобілізації відбувається в умовах, наближених до природної фільтрації (непорушена структура порід, відповідні природним швидкості фільтрації розчинів). Здатність осадових порід іммобілізувати важкі метали обумовлює можливість їх широкого використання як природних сорбентів з метою очистки природних та стічних вод, а також в якості геохімічних екранів при складуванні відходів, що вміщують свинець та хром.

Бібліографічні посилання

1. Кроик А. А. Физико-химическая модель поглощения свинца лессовыми породами / А. А. Кроик, В. А. Белецкая // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Геологія. Географія. – 2003. – № 5. – С. 72–78.
2. Ревич Б. А. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения городов химическими элементами / Б. А. Ревич, Ю. Е. Саєт, Р. С. Смирнова, Е. Р. Сорокина. – М., 1982. – 111 с.
3. Сергеев В. И. Грунтовая толща как геохимический барьер на пути распространения токсикантов в основании золоотвала Красноярской ТЭЦ–1 / В. И. Сергеев, Т. Г. Шимко, М. Л. Кулешова // География и окружающая среда. – М., 2000. – С. 14–21.

Надійшла до редколегії 17 12 09

УДК 556.31

В. А. Белецкая, Н. Е. Яцечко, Т. М. Коноград, А. С. Сысоева

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ МАРГАНЦА ОСАДОЧНЫМИ ПОРОДАМИ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

Експериментально визначено закономірності сорбції марганцю породами, різними за своїм літологічним складом та розраховано параметри ізотерм сорбції іонів марганцю.

Ключові слова: сорбція, марганець, осадові породи.

Експериментально определены закономерности сорбции марганца породами, разными по своему литологическому составу и рассчитаны параметры изотерм сорбции ионов марганца.

Ключевые слова: сорбция, марганец, осадочные породы

Experimentally determined regularity of sorption of manganese by rocks with different lithological structure and calculated isotherms parameters manganese ions sorption.

Key words: sorption, manganese, deltaic sedimentaries.

Постановка проблеми. Загрязнение наземных водоемов привело к необходимости использования для питьевых целей подземных вод, характеризующихся высоким содержанием солей тяжелых металлов [4]. Марганец относится к группе норми-

© В. А. Белецкая, Н. Е. Яцечко, Т. М. Коноград, А. С. Сысоева, 2010

руемых элементов в подземных водах, ПДК которых близки к фоновым концентрациям маломинерализованных подземных вод и являются соизмеримыми с ними, ПДК для марганца составляет 0,05 мг/дм³. Но в районах с развитой горнодобывающей промышленностью наблюдается значительное увеличение концентрации марганца в подземных водах. Важную роль в регулировании содержания тяжелых металлов в подземных водах играют процессы сорбции [1]. Известно, что от 15 до 20 % поступающих в подземные воды тяжелых металлов поглощаются породами водоносных горизонтов, причем зависимость от физико-химических условий в системе «порода – вода», процессы сорбции могут протекать с разной скоростью и протяженностью во времени и иметь обратимый или необратимый характер.

Целью выполненного комплекса работ являлось экспериментальное изучение процессов сорбции марганца почвогрунтами юго-востока Украины.

Методика и результаты исследований. Проведен ряд экспериментов по изучению сорбции ионов марганца на образцах лессов, лессовидных суглинков и супесей. Исследуемые породы подвергались предварительному дроблению и просеиванию через сито диаметром 1 мм. Навеску породы массой 0,1 г заливали раствором, содержащим от 0,5 до 100 мг/дм³ ионов марганца. Соотношение фаз в системе «порода – раствор» составляло 1:1000, время контакта – 12 суток. По истечении указанного времени твердая фаза отделялась от жидкой фильтрованием. В растворе определяли содержание марганца методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Определена зависимость процесса сорбции марганца осадочными породами от величины водородного показателя среды (рН). Установлено, что ионы марганца поглощаются породами из нейтральных растворов. Из растворов, имеющих значение рН < 2,5, ионы марганца не сорбируются осадочными породами, а вымываются из породы в раствор.

Исследованы закономерности сорбции марганца осадочными породами, отличающимися литологическим составом, и определены величины предельной сорбционной емкости пород по отношению к марганцу (табл.).

Таблица

Зависимость сорбционной емкости почвогрунтов от содержания марганца в растворе

С ₀ , мг/дм ³	Сорбционная емкость, мг/г							
	супесь	лесс	суглинок	лесс	суглинок	суглинок	суглинок	суглинок
0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4
1,0	0,6	0,5	0,6	1,0	0,5	0,8	0,5	0,6
2,0	1,0	0,9	1,1	1,1	1,2	1,5	1,2	1,2
3,0	1,3	1,5	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
5,0	2,4	2,1	2,4	2,1	2,4	2,2	2,6	2,8
25,0	3,5	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,5	6,0
50,0	11,5	10,5	11,5	10,5	12,0	11,0	13,0	15,0
100,0	15,0	16,0	10,0	22,5	17,5	16,0	15,0	16,0

Установлено, что наибольшей сорбционной емкостью по отношению к марганцу обладают лессы с высоким содержанием карбонатов. Сорбционная емкость этих пород составляет 22,5 мг/г. Для супесей и лессовидных суглинков величины сорбционной емкости значительно ниже и составляют от 10 до 15 мг/г.

Изучена зависимость сорбционной способности почвогрунтов от исходного содержания металла в растворе (С₀). Установлено, что с увеличением исходной концентрации марганца в растворе растет количество поглощенного осадочными породами металла.

В процесі досліджень отримані ізотерми сорбції марганцю різними типами ґрунтів і визначені параметри ізотерм сорбції Фрейндліха, які для різних порід змінюються в діапазоні: K від 1,00 до 1,58; n від 1,57 до 2,44.

Встановлено, що значення коефіцієнтів K ізотерм адсорбції зменшуються з зменшенням величини рН вихідного розчину. Це обумовлено зміною стану комплексів металу в розчині. При рН > 6,5 переважають гідратні комплекси типу $MnOH^+$, а при рН < 6,0 – хлоридні комплекси $MnCl^+$ або комплексні іони $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$.

Отримані результати експериментальних досліджень сорбції марганцю свідчать, що кількість сорбованого металу залежить, головним чином, від мінерального складу ґрунтів, і, в меншій мірі, від гранулометричного. Серед мінеральних складових частин порід важливу роль в процесі сорбції грають карбонатні мінерали. Їх наявність, в першу чергу кальциту, передбачає суттєвий ріст рН розчину, підвищуючи буферні властивості таких ґрунтів.

Таким чином, серед вивчених осадових порід південно-сходу України найбільш перспективним для очищення підземних вод від іонів марганцю є лес, який характеризується високим вмістом карбонатних мінералів. Проведені дослідження мають важливе значення при розробці заходів по захисту підземних вод від забруднення іонами марганцю.

Бібліографічні посилання

1. Василечко В. Адсорбція марганцю на закарпатському кліноптилоліті / В. Василечко, Г. Гришук, Ю. Сулим, Ю. Кузма // Вісник Львів. ун-ту. Серія хім. – 2003. – Вип. 43. – С. 100–107.
2. Эльпинер Л. И. Междисциплинарный подход к оценке условий использования подземных вод для питьевых целей / Л. И. Эльпинер, И. С. Зекцер // Водные ресурсы. – 1999. – Т. 26, № 4. – С. 389–396.

Надійшла до редколегії 17.12.09

УДК 553.549:550.4:553.462/463(477)

С. К. Малінкіна, Д. А. Томчакова, М. З. Серебряна

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

БІОВИЛУЖЕННЯ МОЛІБДЕНУ ІЗ ЗОЛОТОМОЛІБДЕНОВОЇ РУДИ СХІДНО-СЕРГІЇВСЬКОГО РУДОПРОЯВУ

Показано можливість руйнації MoS_2 – складової частини золото-молібденової руди при застосуванні мінеральних та органічних кислот.

Ключові слова біовилуження, молібден, золото-молібденові руди.

Показана возможность деструкции MoS_2 – составной части золото-молибденовой руды при использовании минеральных и органических кислот.

Ключевые слова биовыщелачивание, молибден, золото-молибденовые руды

It was shown the possibility of MoS_2 destruction from aurum-molybdenum ores under mineral and organic acids treatment.

Key words bioleaching, molybdenum, gold-molybdate ores.

Молібден присутній у рудах Сергіївського родовища здебільшого у вигляді сульфіду (MoS_2). Ураховуючи той факт, що застосування етапу біовилуження золо-

товміщуючих стійких руд пов'язане з наявністю золотоміщуючих сульфідів (пірит, арсенопірит), з'являється можливість одночасної біотрансформації всіх сульфідів (вміщуючих як золото, так і молібден). У науково-технічній та патентній літературі практично відсутні дані про існування досліджень щодо біовилуження молібдену та золота в одному технологічному процесі. Тому наші дослідження були спрямовані на пошук способів комплексного витягу вказаних металів із руд Східно-Сергіївського рудопрояву, який містить сульфідні сполуки молібдену та асоційоване з сульфідами золото. Для кращого розділення молібдену та золота необхідно цей процес проводити в два етапи. У зв'язку з цим на першому етапі (вилучення молібдену) можливо використовувати не тільки біоокислення, а і мінеральні та органічні розчинники.

Для підтвердження цієї думки проведені експерименти, в яких використовувались в якості розчинників мінеральні кислоти – хлоридна та сульфатна, органічні кислоти – цитринова, щавлева та бурштинна. Сенс використання органічних кислот полягає в їх здібності до руйнування сполук молібдену, як сульфідних, так і, особливо, окисних.

Дослідження проводили протягом 48 годин, наважку руди обробляли розчинами мінеральних та органічних сполук для встановлення початкового рівня рН=(1,0–1,5). Здібність застосованих розчинів руйнувати сульфідні, зокрема, сульфідні молібдену вираховували за наявністю у вилужених розчинах іонів заліза (руйнування піриту) та зниження вмісту молібдену в руді (руйнування молібденіту). Дані наведені в табл. 1, свідчать, що взаємодія кислот з рудою приводить до суттєвого підвищення рівня рН, яке більш значне при обробці мінеральними кислотами. У розчинах органічних кислот значно менше змінюється рівень рН, а у щавлевій кислоті зовсім не змінюється. Стрімко падає рівень E_h , що свідчить про зниження відновлювального потенціалу.

Таблиця 1

Вплив добової обробки органічними та мінеральними кислотами на вилуження золото-молібденової руди та витяг молібдену

Розчинник	Вихідні показники		Кінцеві показники			
	pH	E_h , mv	pH	E_h , mv	Fe загальне, мг/дм ³	Вміст молібдену ¹ після вилуження, %
Цитринова кислота	1,56	506	2,20	241	625,00	0,064
Щавлева кислота	1,08	428	1,04	218	1550,00	0,060
Бурштинна кислота	1,90	441	2,95	243	380,00	–
Хлорид на кислота	2,13	562	7,40	148	0,45	–
Сульфатна кислота	2,21	533	7,49	140	0,45	–

¹ Початковий вміст молібдену в руді – 0,092 %.

Отримані дані дозволяють припустити, що на відміну від хлоридної та сульфатної кислот, які майже не переводять у розчин сполуки заліза до (0,45 мг Fe/дм³), органічні кислоти виявляють здібність до значного розчинення сполук заліза (380–1550 мг Fe/дм³). Найбільша активність відмічена у щавлевої кислоти.

Витяг молібдену із золотомолібденової руди Східно-Сергіївського рудопроаяву при обробці культуральною рідиною *T. ferrooxidans*

Умови обробки технологічної проби	Показники рН, еН та вмісту заліза									Вміст сірки, %	Вміст молібдену, після вилуження, %
	Тривалість експерименту, діб										
	1 доба		7 доба			13 доба					
	рН	Ен, мВ	рН	Ен, мВ	Fe загальне, мг/дм ³	рН	Ен, мВ	Fe загальне, мг/дм ³	Fe ³⁺ , мг/дм ³		
Культуральна рідина + 0,1N HNO ₃ , 5 см ³	1,97	657	2,71	485	157,5	2,01	522	1937,0	140,0	1,4700	0,80
Культуральна рідина + 0,05N HNO ₃ , 5 см ³	2,04	640	3,14	615	120,0	1,96	645	1675,0	126,0	–	0,073
Культуральна рідина + 0,01N HNO ₃ , 5 см ³	2,25	640	3,04	645	122,5	3,01	646	1750,0	132,0	–	0,075
Розчин HNO ₃	0,49	616	0,47	775	190,0	0,93	740	1625,0	130,0	0,1139	0,052
Розчин HNO ₃	1,05	590	2,59	355	23,5	3,25	370	205,0	1,0	–	0,058
Розчин HNO ₃	1,55	568	3,81	286	12,0	4,36	311	640,0	1,2	–	0,068
Вода, контроль	5,18	380	7,70	242	5,0	8,0	277	5,5	0	0,3240	0,092

Таблиця 3

Виття молибдену із золотомолібденової руди Східно-Серпіївського рудопрояву під дією органічних кислот

Умови обробки технологічної проби	Показники рН, Eh та вмісту заліза									Вміст сірки, %	Вміст молибдену, після вилуження, %
	Тривалість експерименту, дб										
	1 доба		7 доба			13 доба					
	pH	Eh, mv	pH	Eh, mv	Fe загальне, мг/дм ³	pH	Eh, mv	Fe загальне, мг/дм ³	Fe ²⁺ , мг/дм ³		
Оцтова кислота 0,1N, 25 см ³ + 0,1N HNO ₃ , 5 см ³	1,10	553	3,58	281	32,0	3,50	319	390,0	28,0	–	0,80
Бурштинна кислота 0,1N, 25 см ³ + 0,1N HNO ₃ , 5 см ³	1,45	557	4,35	280	55,0	4,44	313	22,5	0,8	–	0,078
Цитринова кислота 0,1N, 25 см ³ + 0,1N HNO ₃ , 5 см ³	1,80	557	4,19	315	52,5	4,08	343	630,0	37,5	–	0,080
Щавлева кислота 0,1N, 25 см ³ + 0,1N HNO ₃ , 5 см ³	1,83	441	3,07	271	44,0	2,64	290	590,0	15,6	–	0,057
Щавлева кислота + 0,1N H ₂ SO ₄	0,56	548	0,84	322	185,0	1,02	340	1630,0	1,4	2,100	0,071
Щавлева кислота + 0,1N H ₂ SO ₄	1,05	515	1,09	292	110,0	1,12	321	1250,0	4,4	–	0,081
Щавлева кислота + 0,1N H ₂ SO ₄	1,48	517	1,47	280	105,0	1,65	315	1050,0	2,2	–	0,080
Вода	5,18	380	7,70	242	5,0	8,0	277	5,5	0	0,324	0,092

Одночасно з розчиненням заліза у руді зменшується вміст молібдену з 0,092 % до (0,06–0,064 %), що складає 34,7 % вилуження.

Проведені дослідження доводять, що певні органічні кислоти (цитринова, шавлева) спроможні руйнувати сульфідні сполуки молібдену, що має значення для розробки технології вилучення його із сульфідних руд.

Наступним етапом дослідження було виявлення можливості витягу молібдену при вилуженні руди культуральною рідиною *T. ferrooxidans*. Цей експеримент тривав сім діб, протягом яких в умовах постійного струшування руда оброблялась культуральною рідиною при співвідношенні тверде-рідке (Т:Р)=1:10 при додаванні нітратної кислоти. В якості контрольних розчинів використані розчини HNO_3 з початковим рівнем $\text{pH}=0,5-1,5$.

Використання нітратної кислоти на 7 добу призводить до розчинення заліза до 190 мг/дм^3 залежно від її початкової концентрації, а на 13 добу зростає до 1625 мг/дм^3 .

При тривалому (до 13 діб) використанні культуральної рідини у суміші з нітратною кислотою досягнуто значне вилуження заліза, яке зростає з підвищенням концентрації нітратної кислоти у суміші. Але використання просто розчинів HNO_3 з початковим рівнем $\text{pH} = 0,5; 1,0; 1,5$, дозволяє досягти не гірших результатів, як у вилуженні сульфідів заліза, так і молібдену. Уміст сульфідної сірки в розчині HNO_3 з початковим $\text{pH} = 0,5$ знижується майже в три рази (з 0,324 % до 0,1139 %).

Таким чином наведені в табл. 2 результати свідчать про неефективність використання культуральної рідини *T. ferrooxidans* для вилуження молібдену.

Проведені експерименти щодо встановлення можливості витягу молібдену до розчинів органічних кислот. У цих дослідах вивчено вплив органічних кислот у суміші з мінеральними (HNO_3 , H_2SO_4) на стійкість молібденіту до вилучення.

Аналіз отриманих даних (табл. 3) свідчить, що найбільш активною є шавлева кислота у суміші з сульфатною. У цьому випадку відмічено найбільший витяг заліза у вилужений розчин (від 1050 мг/дм^3 до 1630 мг/дм^3), який зростає майже пропорційно рівню кислотності розчину. Найменшу активність виявляє бурштинна кислота (витяг заліза досягає лише $22,5 \text{ мг/дм}^3$); трохи більш активна оцтова кислота (до 390 г Fe/дм^3). Незважаючи на значно менший витяг заліза до розчину шавлевої кислоти у присутності HNO_3 (до 590 мг Fe/дм^3), в цих умовах впливу на руду витяг молібдену самий значний (38,04 %). Тому найефективнішим розчинником молібденіту необхідно визнати шавлеву кислоту у суміші з нітратною.

Проведені досліди довели, що для здійснення комплексного витягу молібдену та золота із руд Східно-Сергіївського рудопрояву можливо проводити перед етапом біоокислення руд часткове вилучення молібдену при застосуванні розчинів органічних та мінеральних кислот.

Надійшла до редколегії 20.12.09

УДК 553.549:550.4:553.462/463(477)

Н. В. Тонкова, М. З. Серебряна

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ АДСОРБЦІЇ МІКРОБНИХ КЛІТИН Th. FERROOXIDANS НА СУЛЬФІДНО-КВАРЦОВИХ ЗОЛОТОВМІЩУЮЧИХ РУДАХ ПРИ ЇХ ФРАКЦІОНУВАННІ

Установлені закономірності адсорбції мікробних клітин *Th. ferrooxidans* M-1 на частках золотоміщуючої руди розміром від 0,063 до 0,315 мм від вмісту сульфідів, карбонатних мінералів та кварцу.

Ключові слова: мікробні клітини, адсорбція, сульфідно-кварцові руди.

Установлены закономерности адсорбции микробных клеток *Th. ferrooxidans* M-1 на частицах золотосодержащей руды размером от 0,063 до 0,315 мм от содержания сульфидов, карбонатных минералов и кварца.

Ключевые слова: микробные клетки, адсорбция, сульфидно-кварцевые руды.

It was determined the regularity of the *Th. ferrooxidans* M-1 microbial cells adsorptions on ore's particules (size from 0,063 till 0,315) depended on sulfides, carbonates minerals and quartz contents.

Key words: microbial cells, adsorption, sulfide-quartz ores.

Питання взаємодії бактеріальних клітин з мінеральними частками є одним з головних у теорії та практиці бактеріального вилуження сульфідних та інших мінералів. Вивчення цього процесу має важливе значення для інтенсифікації біовилуження та керування цим процесом. Механізм біоокислення мінералів до кінця не з'ясовано. Відомо, що для біовилуження сульфідів необхідним являється прямий контакт тіобацил з рудними частками, проте вивченню цього процесу наділяється мало уваги [4].

Експериментально доведено, що має місце пряма залежність між концентрацією сорбованих клітин та швидкістю вилуження металів [3].

Як відомо з попередніх досліджень, при культивуванні мікроорганізмів у присутності руди має місце безпосередній контакт між поверхнею мінеральної частки та поверхнею мікробної клітини. Цей процес зумовлений наявністю на поверхні як мікробів, так і рудних часток, дисоціюючих груп з певним зарядом (позитивним, або негативним). Електростатична взаємодія протилежно за-ряджених груп призводить до сорбції мікроорганізмів на рудних частках. Саме ті мікроорганізми, які сорбовані, в більший мірі, ніж вільно живучі клітини, відповідають та здійснюють трансформацію рудних мінералів [2].

Особливості мінерального складу поверхні рудних часток, які залежать від типу золоторудного родовища та наявності в його складі певних мінеральних сполук, повинні відбиватися на розподілі іоногенних груп на поверхні рудних часток, що буде, безперечно, також впливати на взаємодію з ними мікроорганізмів та створювати умови для їхнього міцного зв'язку протягом всього технологічного циклу вилуження руди.

Нами проведено вивчення процесу адсорбції *Thiobacillus ferrooxidans* M-1 на рудних частках проб Андріївського рудопроаяву. У попередніх дослідженнях установлено, що фракціонування технологічних проб за розміром часток призводить до певного розподілу мінералів між фракціями [1]. Більш подрібнені фракції (<0,063 мм) збагачені карбонатними сполуками, фракція з розміром часток від 0,063 мм до 0,1 мм

збагачена піритом. У цьому сенсі цікаво було дослідити відмінності у сорбції *T. ferrooxidans* M-1 на вказаних фракціях.

Отримані результати приведені в табл. 1 та 2. Аналіз даних свідчить про те, що дві технологічні проби виявляють різну здатність до сорбції мікробних клітин. Так для проби № 2 вона складає від 36,05 % до 80,95 %, а для проби № 1 лише від 9,35 % до 41,01 %. Вочевидь, це відображає стан поверхні рудних часток двох зразків і певні відмінності, які мають місце.

Установлена закономірність зміни ступеню адсорбції від розміру рудних часток, яка підтверджена як в експериментах зі зразком № 1, так і № 2. Це зростання ступеню адсорбції при подрібненні руди. Так, у часток розміром більших 0,315 мм здатність сорбувати мікробні клітини мінімальна, а у часток за розміром менших 0,063 мм – максимальна. Ця закономірність має практично лінійну залежність (рис. 1).

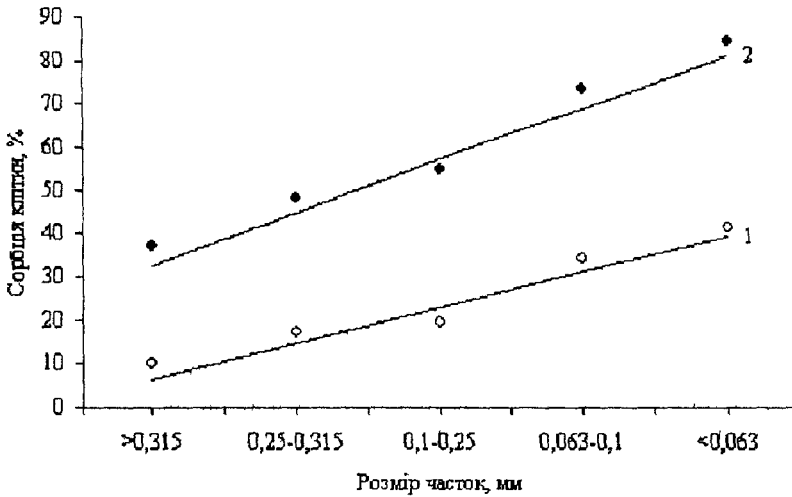


Рис. 1 Сорбція мікробних клітин залежно від розмірів рудних часток:
1 – проба №1, 2 – проба № 2

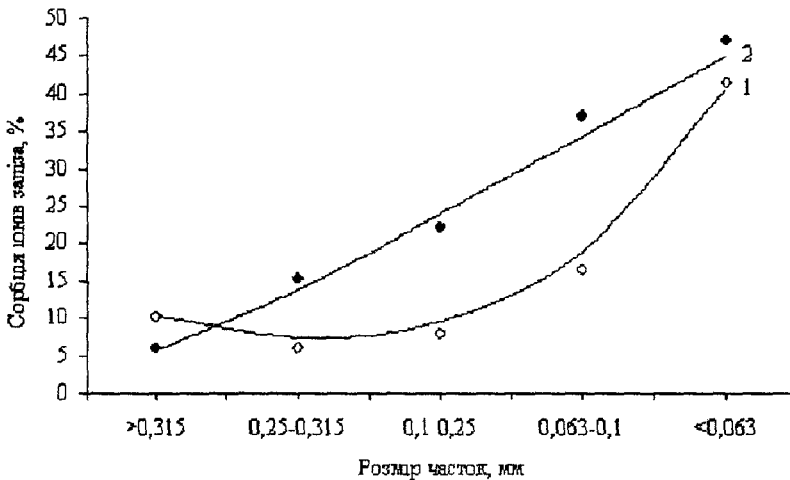


Рис. 2 Сорбція іонів заліза залежно від розмірів рудних часток:
1 – проба №1, 2 – проба № 2

Таблиця 1

Адсорбція клітин *Th. ferrooxidans*-А на рудних частках Андрівської руди (проба 2)

Фракція руди, розмір часток, мм	Показник рН		Показник е _h , mv		Вміст заліза у середовищі, мг/дм ³ , до сорбції	Вміст заліза у середовищі, мг/дм ³ , після сорбції	Сорбція заліза, %	Вміст білка до сорбції, мг/дм ³	Вміст білка після сорбції, мг/дм ³	Сорбція мікроорганізмів, %
	до сорбції	після сорбції	до сорбції	після сорбції						
більше 0,315	2,10	2,04	+585	+567	9650	9120	5,49	73,50	47,10	36,05
0,250-0,315	2,12	2,05	+591	+564	9650	8100	16,06	73,50	37,20	49,66
0,100-0,250	2,15	2,10	+583	+540	9650	7550	21,76	73,50	34,50	53,06
0,063-0,100	2,20	2,05	+560	+530	9650	6850	29,01	73,50	21,25	71,09
менше 0,063	2,28	2,15	+542	+505	9650	5800	39,89	73,50	14,0	80,95

Таблиця 2

Адсорбція клітин *Th. ferrooxidans*-А на рудних частках Андрівської руди (проба 1)

Фракція руди, розмір часток, мм	Показник рН		Показник е _h , mv		Вміст заліза у середовищі, мг/дм ³ , до сорбції	Вміст заліза у середовищі, мг/дм ³ , після сорбції	Сорбція заліза, %	Вміст білка до сорбції, мг/дм ³	Вміст білка після сорбції, мг/дм ³	Сорбція мікроорганізмів, %
	до сорбції	після сорбції	до сорбції	після сорбції						
більше 0,315	2,56	2,42	+565	+527	7500	6700	10,66	69,50	63,0	9,35
0,250-0,315	2,61	2,58	+570	+541	7500	7175	4,33	69,50	57,10	18,00
0,100-0,250	2,76	2,68	+560	+530	7500	7100	5,33	69,50	54,50	21,58
0,063-0,100	2,81	2,66	+546	+524	7500	6650	11,33	69,50	45,0	35,25
менше 0,063	2,87	2,74	+514	+502	7500	4750	36,66	69,50	41,0	41,01

Водночас поверхня рудних часток сорбує не тільки мікроорганізми, а й іони заліза. Закономірність майже та сама, що й при сорбції мікробів. Проба № 2, яка в більшій мірі сорбує мікроорганізми, також більше сорбує іонів заліза (табл. 1; рис. 1). Технологічна проба № 1 меншою мірою сорбує як клітини, так і іони заліза (табл. 2; рис. 2).

Щоб установити залежність між активністю процесу сорбції та мінеральним складом часток, проведено порівняльний аналіз вмісту сульфідів (іони заліза та сульфідної сірки) зі ступенем сорбції мікробних клітин. Дані наведені для двох технологічних проб у табл. 3.

Таблиця 3

Порівняльний аналіз вмісту загальної сірки, двовалентного заліза та ступеню адсорбції мікробних клітин

Фракції руди, розмір рудних часток, мм	Проба № 1			Проба № 2		
	вміст заліза Fe ²⁺ , %	вміст сірки сульфідної, %	ступінь сорбції мікробних клітин, %	вміст заліза Fe ²⁺ , %	вміст сірки сульфідної, %	ступінь сорбції мікробних клітин, %
0,250-0,315	5,07	1,93	18,00	–	–	–
0,100-0,250	7,72	4,25	21,58	5,88	4,57	53,06
0,063-0,100	8,62	5,27	35,25	8,56	6,81	71,09
менше 0,063	7,13	3,25	41,01	5,69	3,15	80,95

З даних табл. 3 видно, що суттєва відмінність у ступені сорбції мікробних клітин практично не пов'язана з наявністю піриту в пробах. Нами не встановлено а ні підвищення сорбції у збагачених піритом пробах, а ні її зменшення. Можливо припустити, що у процесі адсорбції головну роль приймають інші мінерали.

У табл. 4 приведені порівняльні дані вмісту сполук кремнію, карбонатних мінералів та ступеню адсорбції мікроорганізмів.

Таблиця 4

Порівняльний аналіз вмісту сполук кремнію і карбонатних мінералів та ступеню адсорбції мікробних клітин

Фракції руди, розмір рудних часток, мм	Проба № 1				Проба № 2			
	вміст Si, %	вміст Ca, %	вміст Mg, %	ступінь сорбції мікробних клітин, %	вміст Si, %	вміст Ca, %	вміст Mg, %	ступінь сорбції мікробних клітин, %
0,250-0,315	29,38	1,72	2,43	18,00	–	–	–	–
0,100-0,250	28,49	1,92	3,80	21,58	30,48	1,63	2,58	53,06
0,063-0,100	26,62	2,42	3,65	35,25	26,90	2,50	2,35	71,09
менше 0,063	25,83	3,26	4,58	41,01	28,06	2,50	3,20	80,95

Отримані результати свідчать про те, що підвищення рівня адсорбції клітин корелює зі зниженням вмісту сполук кремнію з (29,38–30,48 %) до (25,83–28,06 %), або підвищенням вмісту сполук кальцію з (1,63–1,72 %) до (2,50–3,26 %), та магнію з (2,43–2,58 %) до (3,20–3,80 %). При цьому сумарна кількість карбонатних мінералів зростає з (4,15–4,21 %) до (5,7–7,84 %).

Наведені в табл. 3 та 4 дані свідчать про те, що активність сорбції *T. ferrooxidans*, швидше за все, пов'язана з наявністю карбонатних мінералів на поверхні рудних часток.

Зважаючи на те, що за процесом біоокислення карбонатні мінерали вилужуються у першу чергу, може скластися ситуація, при якій процес біовилуження з часом зменшує свою активність за рахунок зменшення кількості сорбованих часток. Таке припущення потребує подальшого вивчення.

Бібліографічні посилання

1. Вивчення мінералого-геохімічних особливостей перспективних молібденових та вольфрамових рудопроявів Українського щита: Звіт про НДР (заключ.) / ДНУ, НДІ геології; Керівник В. М. Іванов. – №0106U000806. – Д., 2008. – 198 с.
2. **Ohmura N.** Selective adhesion of *Thiobacillus ferrooxidans* to pyrite / N. Ohmura, K. Kitamura, H. Saiki // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1993. – V. 59. – P. 4044–4050.
3. **Sand W.** Sulfur chemistry, biofilm, and the (in)direct attack mechanism – a critical evaluation of bacterial leaching / W. Sand, T. Hallmann, A. Schippers // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 1995. – № 42. – in press.
4. **Savage D. C.** Bacterial adhesion / D. C. Savage, M. Fletcher // Plenum Press – 1985.

Надійшла до редколегії 20.12.09

ГІДРОГЕОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 556.332.4

Г. П. Евграфкина

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СОЛЕПЕРЕНОСА В ЗОНЕ АЭРАЦИИ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Математичні моделі переносу речовини в умовах техногенезу побудовані на основі теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ. Процеси масопереносу описуються рівняннями математичної фізики другого порядку в частинних похідних. Запропоновано новий підхід до розв'язання двох видів актуальних задач солепереносу у зоні аерації.

Ключові слова масоперенос, зона аерації, математична модель, метод Джонсона.

Математические модели переноса вещества в условиях техногенеза построены на основе теории физико-химической гидродинамики пористых сред. Процессы массопереноса описываются уравнениями математической физики второго порядка в частных производных. Предложен новый подход к решению двух видов актуальных задач солепереноса в зоне аэрации.

Ключевые слова массоперенос, зона аэрации, математическая модель, метод Джонсона

Mathematical models of the substance transfer in conditions of technogenesis were built on the base of theory of the physical-chemical hydrodynamics of the porous media. The processes of the mass transfer are describing with equations mathematical physics of the second order in the partial derivatives. New approach for decision of two kinds of actual tasks is offered.

Key words mass transfer, aeration zone, mathematical models, method Johnson.

Постановка проблеми. Одним из негативных факторов воздействия горно-добывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия техногенно нарушенных территорий является развитие процессов вторичного засоления на рекультивированных землях [2] и в зоне влияния хвостохранилищ [3]. Для научного обоснования и разработки комплекса природоохранных мероприятий необходимы прогнозные расчеты с высокой степенью достоверности исходных математических моделей.

Изложение основного материала. К числу определяющих факторов повышения точности прогнозных гидрогеологических расчетов относится выбор метода решения поставленной задачи. В зоне аэрации преобладает вертикальный солеперенос, который для нисходящего потока влаги и солей достаточно точно описывается уравнением

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V \frac{\partial C}{\partial x} = m \frac{\partial C}{\partial t}, \quad (1)$$

где D – коэффициент гидродисперсии, м²/сут; C – текущая засоленность пород зоны аэрации, %; V – скорость вертикального влагопереноса, м/сут; m – объемная влажность, доли единицы; x – пространственная координата, м; t – временная координата, сут.

Для восходящего движения влаги и солей, направленного от уровня грунтовых вод к поверхности земли перед параметром V ставится знак «+». Уравнение (1) имеет

аналитические решение для ряда наиболее простых задач солепереноса [1]. Уравнение (1) в модификации восходящего движения аналитического решения не имеет. Поэтому исследование процессов вторичного засоления в неустановившемся режиме выполняется на конечно-разностных моделях, как это показано в [3]. Наличие в уравнении (1) первой и второй производных существенно снижает точность конечно-разностного решения. Уравнение (1), аппроксимированное по В. Джонсону [5] содержит первую производную в неявном виде, что повышает точность конечного результата.

Преобразование выполнено автором следующим образом.

Записываем (1) в виде:

$$\frac{C_{i-1}^{\tau} - 2C_i^{\tau} + C_{i+1}^{\tau}}{(\Delta x)^2} - P \frac{C_{i-1}^{\tau} - C_{i+1}^{\tau}}{2\Delta x} = \frac{m}{D} \frac{C_i^{\tau+1} - C_i^{\tau}}{\Delta t}, \quad P = \frac{V}{D}. \quad (2)$$

Каждое слагаемое представляем отдельно:

$$\frac{C_{i-1}^{\tau}}{(\Delta x)^2} - \frac{C_i^{\tau}}{(\Delta x)^2} - \frac{C_i^{\tau}}{(\Delta x)^2} + \frac{C_{i+1}^{\tau}}{(\Delta x)^2} - \frac{PC_{i-1}^{\tau}}{2\Delta x} + \frac{PC_{i+1}^{\tau}}{2\Delta x} = \frac{m(C_i^{\tau+1} - C_i^{\tau})}{D\Delta t}$$

В левой части (3) прибавляем и отнимаем $\frac{PC_i^{\tau}}{2\Delta x}$ и записываем его в виде:

$$(C_{i-1}^{\tau} - C_i^{\tau}) \left(\frac{1}{(\Delta x)^2} - \frac{P}{2\Delta x} \right) - (C_i^{\tau} - C_{i+1}^{\tau}) \left(\frac{1}{(\Delta x)^2} + \frac{P}{2\Delta x} \right) = \frac{m(C_i^{\tau+1} - C_i^{\tau})}{D\Delta t}. \quad (4)$$

Все слагаемые (4) умножаем на D и на Δt , делим на m и записываем в виде разности дробей выражение для искомой величины $C_i^{\tau+1}$ для нисходящего потока влаги и солей

$$C_i^{\tau+1} = \frac{(C_{i-1}^{\tau} - C_i^{\tau})\Delta t D}{m} - \frac{(C_i^{\tau} - C_{i+1}^{\tau})\Delta t D}{m} + C_i^{\tau}, \quad (5)$$

$$\frac{1}{(\Delta x)^2} - \frac{P}{2\Delta x} \quad \frac{1}{(\Delta x)^2} + \frac{P}{2\Delta x}$$

а также для восходящего

$$C_i^{\tau+1} = \frac{(C_{i-1}^{\tau} - C_i^{\tau})\Delta t D}{m} - \frac{(C_i^{\tau} - C_{i+1}^{\tau})\Delta t D}{m} + C_i^{\tau}, \quad (6)$$

$$\frac{1}{(\Delta x)^2} + \frac{P}{2\Delta x} \quad \frac{1}{(\Delta x)^2} - \frac{P}{2\Delta x}$$

Для таких явных конечно-разностных схем остаются в силе критерии устойчивости

$$\Delta x \leq \frac{2D}{V}, \quad \Delta t \leq \frac{(\Delta x)^2}{2D}. \quad (7)$$

В выражениях (5), (6) и (7) приняты следующие обозначения: C_{i+1}^{τ} , C_i^{τ} , C_{i-1}^{τ} , $C_i^{\tau+1}$ – текущая засоленность в расчётных точках, %; $i-1$, i , $i+1$ – пространственные индексы расчетных точек; τ , $\tau+1$ – временные индексы расчетных точек; Δx – шаг по пространственной координате, м; Δt – шаг по временной координате, сут.

Остальные обозначения приведены ранее.

Для расчетных точек 0, 1, 2 (6) примет вид:

$$C_1^{t+1} = \frac{(C_0^t - C_1^t) \Delta t D}{m} - \frac{(C_1^t - C_2^t) \Delta t D}{m} + C_1^t \cdot \frac{1}{\frac{1}{(\Delta x)^2} + \frac{P}{2\Delta x}} \quad (8)$$

На верхней границе исследуемой области, поверхность земли $x=0$, (рис. 1а) задаётся граничное условие III рода.

$$x=0 \quad V(C_n - C_0) = D \frac{\partial C}{\partial x}$$

$$x=0 \quad C_2 V = D \frac{\partial C}{\partial x}$$

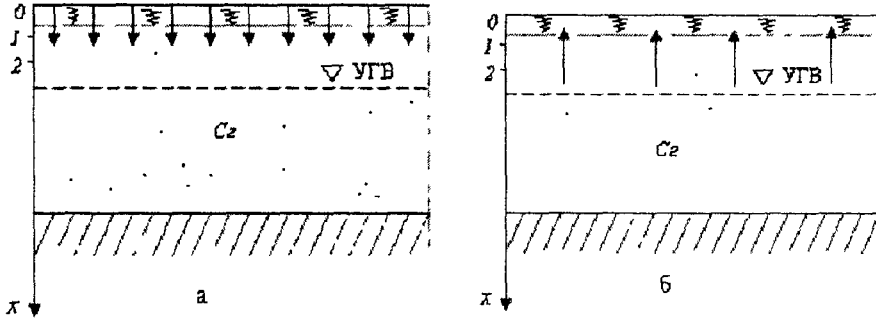


Рис. 1. Миграция солей в зоне аэрации:

а – нисходящий поток влаги и солей; б – восходящий поток, испарительный режим грунтовых вод

Для нисходящего потока влаги и солей, направленного от поверхности земли к уровню грунтовых вод оно носит название условие Данквертса-Бреннера и приводится в частности [1]. Для испарительного режима граничное условие III рода предложено автором в дифференциальной и конечно-разностной формах:

$$VC_2 = D \frac{\partial C}{\partial x}, \quad VC_2 = D \frac{C_0^t - C_1^t}{\Delta x} \quad (9)$$

В (9) – (10) приняты такие обозначения: V – скорость результирующего восходящего потока влаги, м/сут; C_2 – минерализация подземных вод, выраженная в % плотности сухого гранта, %; $C_0^t, C_1^t, C_2^t, C_1^{t+1}$ – засоленность в расчетных точках 0, 1, 2, %.

Остальные обозначения приведены ранее.

Первый этап прогнозного расчета – это согласование граничного условия (9) с уравнением (8). Оно выполняется, исходя из требования, что правая часть (9) должна быть такой же, как первое слагаемое левой части (8). Это достигается умножением

обеих частей (9) на Δx и Δt , делением на D и $\frac{m}{\frac{1}{(\Delta x)^2} + \frac{P}{2\Delta x}}$.

После приведения (9) к виду

$$\frac{\Delta t \cdot \Delta x VC_2}{m} = \frac{D(C_0^t - C_1^t) \cdot \Delta t}{m} \cdot \frac{1}{\frac{1}{(\Delta x)^2} + \frac{P}{2\Delta x}} \quad (10)$$

заменяем первое слагаемое уравнения (8) на первое слагаемое уравнения (10). В результате преобразования (8) приобретает окончательный вид:

$$C_1^{t+1} = \frac{\Delta x VC_2 \Delta t}{m} - \frac{D(C_1^t - C_2^t) \Delta t}{m} + C_1^t. \quad (11)$$

$$\frac{1}{(\Delta x)^2} + \frac{P}{2\Delta x} \quad \frac{1}{(\Delta x)^2} - \frac{P}{2\Delta x}$$

Как видно из выражения (11) сначала рассчитывается засоленность в точке 1, расположенной на расстоянии Δx , от поверхности земли. Засоленность C_0 на поверхности земли $x=0$ находим из условия (9)

$$VC_2 = \frac{D(C_0^{t+1} - C_1^{t+1})}{\Delta x}, \quad \frac{VC_2 \Delta x}{D} = C_0^{t+1} - C_1^{t+1}, \quad C_0^{t+1} = \frac{VC_2 \Delta x}{D} + C_1^{t+1}. \quad (12)$$

Для расчета засоленности в точке 2 C_2^{t+1} составляем следующее конечно-разностное уравнение

$$\frac{C_1^t - C_2^t}{1} - \frac{C_2^t - C_3^t}{1} = \frac{m}{D} \frac{C_2^{t+1} - C_2^t}{\Delta t}. \quad (13)$$

$$\frac{1}{(\Delta x)^2} + \frac{P}{2\Delta x} \quad \frac{1}{(\Delta x)^2} - \frac{P}{2\Delta x}$$

В случае применения неявной схемы согласованию подлежат все уравнения системы последовательно сверху вниз путем умножения знаменателя каждого последующего уравнения на коэффициент согласования.

$$K = \frac{\frac{1}{\Delta x^2} + \frac{P}{2\Delta x}}{\frac{1}{(\Delta x^2)} - \frac{P}{2\Delta x}}. \quad (14)$$

Этот метод применен автором для прогноза солевого режима орошаемых земель Фрунзенского массива [4]. Для оценки его точности предварительно решались тестовые задачи, имеющие аналитические решения. Расхождения не превышали 1%. В настоящее время решена задача по количественной оценке развития вторичного засоления на рекультивированных шахтных отвалах свободного зарастания в Западном Донбассе.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

1. Процессы переноса солей в зоне аэрации в условиях техногенного загрязнения почв и пород зоны аэрации с достаточной, для прогнозных практических расчетов, точностью описываются одномерными уравнениями движения и сохранения массы вещества с постоянными коэффициентами.

2. Для всех видов прогнозных задач, не имеющих аналитических решений, целесообразно применять конечно-разностный метод В. Джонсона.

Перспективы дальнейших исследований – это использование в методе В. Джонсона неявных схем для выявления их преимуществ по сравнению с явными, если таковые окажутся. Кроме того, метод В. Джонсона ещё никогда не применялся для решения плановых гидрогеологических задач.

Библиографические ссылки

1. Аверьянов С. Ф. Борьба с засолением орошаемых земель / С. Ф. Аверьянов. – М., 1978. – 240 с.

2. Евграшкина Г. П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий / Г. П. Евграшкина. Т. Д., 2003. – 200 с.
3. Евграшкина Г. П. Прогноз развития процессов вторичного засоления почвогрунтов в районах горнодобывающей промышленности / Г. П. Евграшкина, Н. П. Шерстюк // Вісник Дніпропетр. ун-ту Геологія. Географія. – 2009. – Т. 17. – С. 32–37.
4. Евграшкина Г. П. Прогноз солевого режима почв и грунтов зоны аэрации Фрунзенского орошаемого массива методами математического моделирования / Г. П. Евграшкина, М. М. Коппель / Мелиорация и водное хозяйство. – К., 1978. – Вып. 43. – С. 56–63
5. Карплюс У. Моделирующие устройства для решения задач теории поля / У. Карплюс – М., 1962. – 487 с.

Надійшло до редколеги 17 12 09

УДК 624.131

Т. П. Мокрицкая

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

К ВОПРОСУ О МОДЕЛЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Наведено результати моделювання просторового розподілу властивостей ґрунтів у зоні впливу безлічі джерел в умовах міських територій. Отримано лінійні регресійні рівняння зв'язків класифікаційних фізичних показників властивостей.

Ключові слова просторовий розподіл, ґрунт, регресійна модель.

Приведены результаты моделирования пространственного распределения свойств грунтов в зоне воздействия множества источников в условиях городских территорий. Получены линейные регрессионные уравнения связей классификационных и физических показателей свойств.

Ключевые слова пространственное распределение, ґрунт, регрессионная модель

The results of modeling the spatial distribution of soil properties in the area affected a variety of sources in urban areas. Linear regression equations of classification and physical performance properties.

Key words spatial distribution, soil, regression model

Введение. Возможности создания моделей, описывающих распределение физических, физико-химических и механических свойств инженерно-геологических тел в пространстве (частный случай – по глубине) ограничены объективными и субъективными причинами [1–3].

Необходимость математического описания состояния сложной динамической системы, обладающей фундаментальными свойствами (изменчивость, организованность, дискретность), в практических решениях подчинена требованиям об оптимальном соотношении между качеством информации и стоимостью. Как результат, выводы о свойствах тел разного ранга не всегда математически корректны, в том числе из-за разобщенности и малочисленности экспериментальных данных. Требования к количеству и качеству информации инженерно-геологического характера, методам обработки результатов лабораторных определений неоднократно пересматривались [5; 6]. Выполнение требований о достоверности и достаточности данных не сни-

мает противоречия в интерпретации, отражающиеся на точности модели. В условиях интенсивных техногенных воздействий представления о закономерностях пространственной изменчивости свойств, методах ее описания нуждаются в корректировке.

Объект исследований. Проанализированы результаты инженерно-геологических изысканий, выполненных в центральном районе г. Днепропетровска в 1990 году. Объект расположен в пределах местного водораздельного плато между системами балок Рыбальская (Запорожская) и Красноповстанческая, в зоне сочления двух высоких террас р. Днепр. В геологическом строении участка на изученную глубину 21,0 м принимают участие отложения среднего и верхнего отделов плейстоцена, перекрытые почвенно-растительным слоем и насыпными грунтами мощностью 0,5–1,9 м. Лессовидные суглинки и супеси причерноморского и дофиновского, бугского, прилукского и кайдакского горизонтов были подразделены на инженерно-геологические элементы по генезису и состоянию. Статистическая обработка была выполнена по выборкам малого объема, количество частных значений достаточно [4].

Методика исследований. Выполнен статистический анализ выборочных распределений показателей инженерно-геологических свойств грунтов по глубине в границах участка городской территории с высокой плотностью застройки.

Основные результаты. Первичная статистическая обработка показателей свойств [4] подтвердила правильность выделения инженерно-геологических элементов, коэффициенты вариации показателей прямых физических свойств изменяются от незначимых до 0,136 (природная влажность). Незначительная вариативность позволила не подразделять инженерно-геологические элементы по принадлежности к террасам.

Распределение нормативных значений показателей по глубине, полученных в ходе стандартной обработки данных, отражает цикличность распределения свойств в инженерно-геологической модели (рис. 1), но условно относительно реального (рис. 2, 3).

Введенный в 1996 г. стандарт [6] рекомендует при создании инженерно-геологической модели учитывать пространственную изменчивость свойств по глубине. Критерии выбора вида модели случайной величины, закономерно изменяющейся по глубине, субъективны. Предполагается, что если свойство изменяется по глубине, то закон «чаще всего» может быть аппроксимирован логарифмической или линейной функцией. Оценка

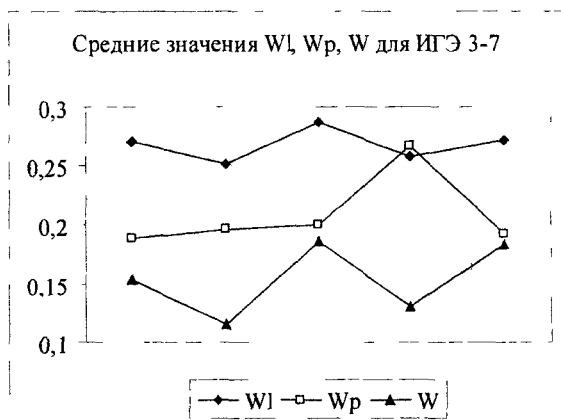


Рис. 1. Распределения средних (нормативных) значений влажностей по глубине

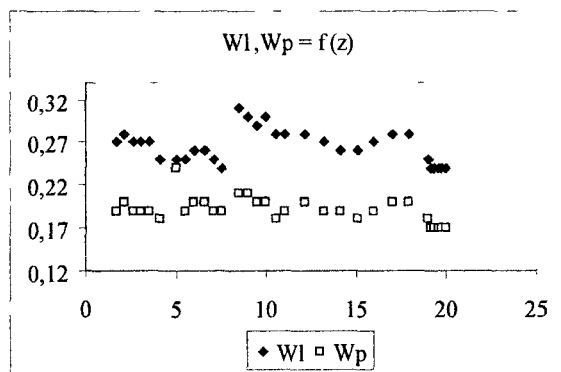


Рис. 2. Распределение частных значений влажностей (г. 1)

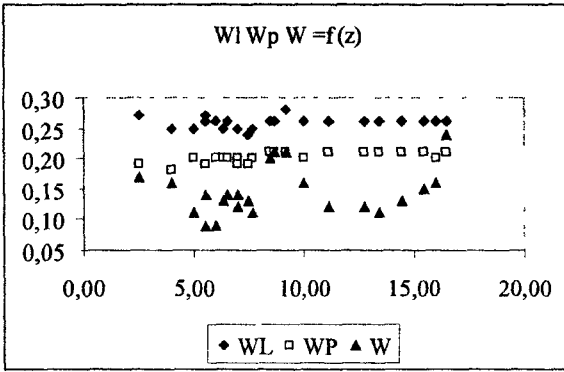


Рис. 3. Распределение частных значений влажностей (т. 2)

значимости и адекватности моделей, определение закона распределения случайной величины по глубине не требуется. При создании пространственной модели распределения свойства, в том числе, при переходе от детального к локальному уровню, искажения зависимости от глубины могут приводить к необоснованному снижению мерности модели.

Выполнена статистическая обработка с учетом рекомендаций [6] по тем же выборочным данным. Однородность по статическому

критерию v и значениям коэффициента вариации подтверждены. Объединение данных в выборки большего объема (единых по возрасту или по возрасту и генезису) мало отразилось на вариативности. Исключение – критическое значения коэффициента вариации выборки, сформированной из частных значений природной влажности причерноморско-дофиновского горизонта (табл. 1). В этом варианте объединены субэаральные и элювиально-делювиальные, просадочные и непросадочные разности причерноморского и дофиновского горизонтов.

Таблица 1

Выборочные результаты статистической обработки частных значений по одной скважине

Индекс (ИГЭ)	Параметр	Коэффициент вариации	Параметры линейной зависимости	
			A	B
edIII (3)	W	0,052	-0,009	0,288
	Wl	0,024	-0,004	0,325
	Wp	0,038	-0,002	0,225
	Pl	0,029	0,021	1,286
	Pls	0,009	-0,011	2,826
vdIII pc+df (4)	W	0,109	0,011	0,035
	Wl	0,026	-0,003	0,27
	Wp	0,064	-0,014	0,291
	Pl	0,009	0,046	1,378
edIIIpc+ df (5)	W	0,036	-0,013	0,382
	Wl	0,038	-0,006	0,379
	Wp	0,045	-0,006	0,279
	Pl	0,011	0,028	1,397
	Pls	0	0	2. 68
ed,vdIIIpc+ df (4+5)	W	0,202	0,017	0,008
	Wl	0,06	0,008	0,207
	Wp	0,067	-0,003	0,225
	Pl	0,011	0,044	1,389
	Pls	0,002	0,007	2,61

Индекс (ИГЭ)	Параметр	Коэффициент вариации	Параметры линейной зависимости	
			А	В
edII+III pl+kd (7)	W	0,075	0,006	0,088
	Wl	0,031	0,001	0,254
	Wp	0,039	0,001	0,181
	Pl	0,021	0	1,87
	Abs Def 0. 05	0,6	-0,003	0,177
edII+III pl+kd (7,7a)	W	0,126	0,007	0,077
	Wl	0,053	-0,004	0,334
	Wp	0,051	-0,003	0,238
	Pl	0,021	0	1,87
	Abs Def 0. 05	0,709	-0,003	0,177

Проверка на соответствие линейному закону распределений частных значений в точках (скважинах, шурфах) по глубине привела к следующим результатам. Коэффициент при переменной (параметр «А» линейной модели) либо на несколько порядков меньше, чем параметр «В», либо равен нулю. Вариативность деформационных свойств выше, чем физических.

Для строгой проверки зависимостей вида $Wl, Wp, W = f(z)$ выполнена обработка с использованием ПО «STATIST» [7], включающая первичный статистический анализ, парный и множественный корреляционный и регрессионный, сплайн-регрессионный виды статистического анализа.

Значения асимметрии и эксцесса указывают на невыполнимость нормального закона (рис. 4, 5) для некоторых горизонтов, их частей (инженерно-геологических элементов) и совокупностей (несколько горизонтов или инженерно-геологических элементов).

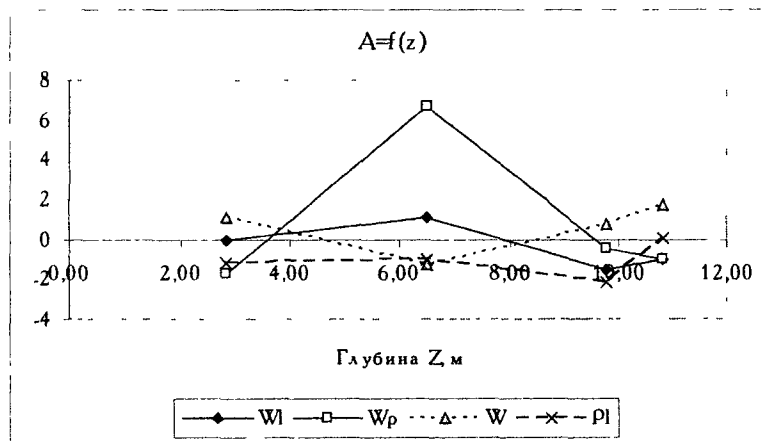


Рис. 4. Асимметрия

Примечание к табл. 1: $Wl; Wp$ – пределы пластичности, д. ед.; Pl – плотность грунта, $кг/м^3$; PLS – плотность частиц грунта, $кг/м^3$; $Abs Def 0.05$ – абсолютная деформация, мм, при величине нормального давления 50 КПа.

Гипотеза о нормальном распределении показателей, аппроксимация зависимостей их от глубины линейными функциями, несмотря на выполнимость требований [5]

не могут быть приняты. Результаты парного корреляционного анализа подтверждают необходимость поиска моделей другого вида (табл. 2).

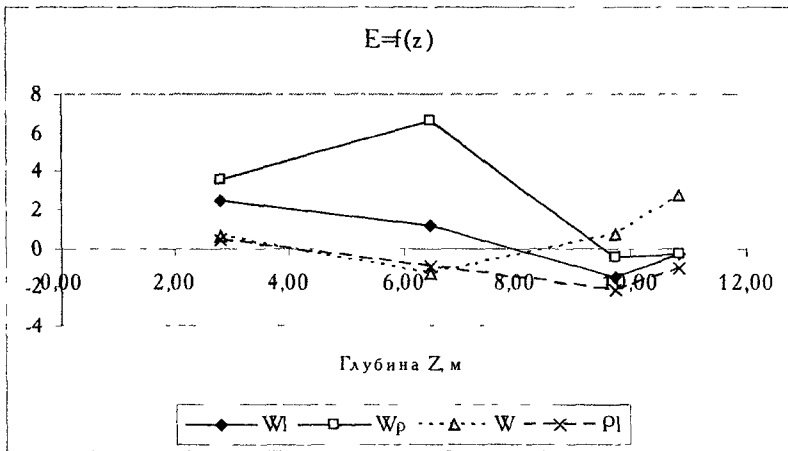


Рис. 5. Экссесс

Таблица 2

Выборочные результаты парного корреляционного анализа

Индекс	Параметр	Коэффициент парной корреляции с глубиной
edIII	Влажность w , д. ед	-0,868
vd III pc+df	Плотность, кг/м^3	0,685
edIIIpc+df	Влажность w , д. ед	-0,967
	Плотность, кг/м^3	0,919
cdII+III pl+kd	Влажность w , д. ед	0,697
	Плотность, кг/м^3	0,768

Примечание: см. примеч. к табл. 1

Регрессионный анализ показал, что значимыми по критерию Фишера и адекватными по значениям средней погрешности являются нелинейные модели вида $Y=f(z)$, где в качестве функции приняты значения влажностей, плотностей, коэффициента относительной просадочности, величин абсолютных деформаций, сдвиговых напряжений, аргумента – глубина (табл. 3).

Значения коэффициентов при переменных указывают на значительный вклад линейной составляющей в изменчивость по глубине. Автокорреляция остатков отсутствует. Объединение частных значений грунтов разного генезиса, одного возраста (горизонт ed,vdIIIpc+df) в одну выборку привело к неоднозначным результатам. Объединение выборок с разным физическим состоянием сопровождалось усложнением модели. Значимыми оказались модели распределения лессовидных грунтов от глубины по изученному разрезу. Также были получены модели распределения по разрезу плотности частиц, влажности на границе раскатывания, коэффициентов просадочности, абсолютной величины деформации при нормальном давлении 0,2 МПа, чаще – определенные при состоянии полного водонасыщения.

Известно, что грунтовые системы являются многофазными гетерогенными системами [8], что приводит к необходимости описания сложных взаимосвязей между показателями состава, состояния.

Таблица 3

Выборочные результаты парного регрессионного анализа

Параметр	ИГЭ	Вид уравнения	Значения коэффициентов		
			A	B	C
Wl	edII+III pl+kd	$Y=A/(Z2+B/Z+C)$	113,568	-1574	0,808
	edII+III pl+kd	$Y=AZlnZ+BZ$	-0,02	0,074	
	edIII	$Y=1/(AZ+B)$	-18,34	10,348	
	ed,vdIIIpc+df	$Y=AZlnZ+BZ$	-0,0277	0,0925	
Wp	edII+III pl+kd	$Y=A/(Z2+Z/X+C)$	103,38	-14,307	0,679
	vdIIIpc+df	$Y=AZ2+BZ+C$	-0,0002	0,003	0,187
W	edIII	$Y=1/(AZ+B)$	0,708	4,260	
	edIIIpc+df	$Y=X/(AZ+B)$	12,446	-68,345	
	edII+III pl+kd	$Y=AZlnZ+BZ$	-0,006	0,021	
	vdIIIbg	$Y=AZ2+BZ+C$	0,004	-0,1	0,742
Pl	vdIIIpc+df	$Y=1/(AZ+B)$	-0,01	0,6695	
	edIIIpc+df	$Y=AZlnZ+BZ$	0,1316	0,4857	
	ed,vdIIIpc+df	$Y=1/(AZ+B)$	-0,01	0,6924	

Примечание: см. примеч. к табл. 1

По результатам множественного корреляционного анализа установлено: несмотря на парную корреляцию, высокие значения коэффициента множественной корреляции, связь между показателями плотностей (грунта, частиц) и влажностей (природной, пределов пластичности), деформационными показателями и глубиной нечеткая (табл. 4). Анализ матриц значимых коэффициентов корреляции позволил сформулировать гипотезу о наличии связи кластерами (показателями физических свойств, классификационных, физико-механических) и глубиной. Минералогический состав (плотность частиц грунта) – фактор вариативности влажности; фазовый определяется влажностью как функцией глубины.

Таблица 4

Матрица значимых коэффициентов корреляции горизонта edIII

	Z	WL	WP	W	PLS	PL
Z	1	-0.747	-0.711	-0.868		
WL	-0.747	1	0.965			
WP	-0.711	0.965	1			
W	-0.868			1	0.653	-0.705
PLS				0.653	1	
PL				-0.705		1

Регрессионные уравнения вида $WL=0,0131-0,0014Z+1,364WP$ линейны, описывают закономерные изменения классификационных показателей грунта по глубине в условиях интенсивного и длительного техногенного воздействия. Уравнение включает переменные, широко определяемые в ходе инженерно-геологических исследований, может быть использовано для оценки состояния горизонта как элемента геологической среды при анализе геолого-математических полей свойств. Другие примеры регрессионных уравнений приведены ниже (табл. 5).

Регрессионные уравнения изменения показателей влажности и плотности по глубине

ИГЭ	Уравнение регрессии	Средняя погрешность E, %	Вклады переменных	
			X1, %	X2, %
edIII	$Wl=0.0131-0.0014Z+1.364Wp$	0.74	1.94	98.06
edIII;	$PL=1.3482+0.0308Z+0.548WL$	1.85	98.64	1.36
ed,vdIIIpc+df	$Pl=1.389+0.263Z+0.016R0.1+0.0014R0.01$	1.01		
ed,vdIIIpc+df	$PL=6.875+0.0559Z+1.887WL-0.401W-2.195PLS$	0.73		
edIII; ed,vdIIIpc+df; edII+III pl+kd	$WR=1.213+0.001Z+0.617WL-0.444PLS$	1.73	22.54	38.16
edII+III pl+kd	$Pl=1.3482+0.0308Z+0.548W$	1.03	78.29	21.71

Примечание: Wl, Wp – пределы пластичности, д. ед.; Z – глубина, м; Pl – плотность грунта в ненарушенном состоянии, кг/м³; PLS – плотность частиц грунта, кг/м³; R0. 1 – содержание частиц, крупнее 0,1 мм; R 0. 01 – содержание частиц, крупнее 0,01 мм

В условиях высокой плотности техногенных воздействий изменения свойств лессовидных грунтов происходят с учетом природных неоднородностей минералогического, гранулометрического и фазового состава. Методика расчета нормативных значений показателей не отражает изменчивости в пространственных координатах.

Выводы. 1. Множественный корреляционно-регрессионный анализ применим для создания линейных регрессионных моделей распределения классификационных показателей грунтов по глубине в условиях значительных техногенных воздействий.

2. Физические, физико-химические и механические свойства лессовидных грунтов в условиях техногенеза описываются нелинейными уравнениями зависимости показателей от глубины.

3. Применение обобщенных (нормативных, расчетных) показателей свойств для создания пространственных моделей распределения свойств по глубине может приводить к необоснованному снижению мерности модели.

Библиографические ссылки

1. Мирошниченко Н. А. Об одном подходе к информационному моделированию геодинамических процессов в массиве горных пород / Н. А. Мирошниченко, Е. В. Рубцова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – № 7. – С. 114–118.
2. Строкова Л. А. Использование алгоритма «дерева решений» в систематизации определяющих уравнений для грунтов / Л. А. Строкова // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314, № 5. – С. 101–105.
3. Залопин И. В. О некоторых свойствах оценки коэффициента вариации для последовательных интервалов точечного процесса / И. В. Залопин, В. Ф. Писаренко // Известия Челябинского научного центра. – 1999. – Вып. 1 (3). – С. 6–10.
4. Отчет об инженерно-геологических изысканиях в г. Днепропетровск. – 1990. – Фонды ДнепроГИИНТИЗ.
5. ГОСТ 20522-75. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
6. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.

7. **Приставка А. Ф.** Вычислительные методы и программная среда корреляционного и регрессионного анализа / А. Ф. Приставка, А. И. Передерий, О. В. Райко, В. М. Остропицкий. – Д., 1996. – 191 с.
8. **Королев В. А.** Термодинамика грунтов / В. А. Королев. – М., 1995. – 272 с.

Надійшла до редколегії 20.11.09

УДК 556.332.4.55

М. А. Єрченко, В. В. Войцеховська

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ПРОГНОЗ ВТОРИННОГО ЗАСОЛЕННЯ ПОРІД ЗОНИ АЕРАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ, ПРИЛЕГЛІЙ ДО СКИДНОГО КАНАЛУ

Виконано прогноз вторинного засолення порід зони аерації на території, прилеглої до скидного каналу біля хвостосховища Північного гірничозбагачувального комбінату за математичними моделями, які побудовані за допомогою теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ.

Ключові слова: прогноз, скидний канал, хвостосховище, математична модель.

Выполнен прогноз вторичного засоления пород зоны аэрации на территории, прилегающей к сбросному каналу возле хвостохранилища Северного горнообогатительного комбината на основе математических моделей, которые построены при помощи теории физико-химической гидродинамики пористых сред.

Ключевые слова: прогноз, сбросный канал, хвостохранилище, математическая модель.

Done weather secondary salinization aeration zone rocks in the area adjacent to the escape channel near the collector of Northern Mining Plant by mathematical models are built based on the theory of physicochemical hydrodynamics of porous media.

Key words: weather, escape channel, collector, mathematical model.

Стан проблеми. Для гірничовидобувної промисловості характерний негативний вплив на довкілля, який неминуче викликає його зміну. У процесі виробництва порушуються повністю або частково природні умови і формуються нові. Зокрема, такі зміни відбиваються на гідрогеологічних умовах у зоні розміщення промислових об'єктів. Так відбувається виснаження і забруднення підземних і поверхневих вод, підтоплення та заболочування прилеглих територій, засолення ґрунтів, а також небажані гідрогеохімічні зміни.

Найголовнішим фактором перетворення навколишнього середовища є техногенні процеси, які формуються при експлуатації гірничовидобувних підприємств. Зміни довкілля охоплюють значні території і у сукупності великого комплексу техногенних процесів у районі гірничовидобувних підприємств формується техногенез гірничого профілю, в результаті його інтенсивного впливу відбувається перетворення верхньої частини літосфери і довкілля в цілому [2].

Одним з найбільш техногенно навантажених регіонів України є Криворізький залізорудний басейн. На території Кривбасу розміщені шахти, рудники, кар'єри та збагачувальні фабрики. Дана робота розглядає скидний канал розташований на території Криворізького північного збагачувального комбінату (ПівнГЗК), південніше с. Червоне. Він характеризується періодичністю дії і використовується тільки у

випадку переповнення хвостосховища ПівніГЗК. До хвостосховища безперервно відбувається скид води із копалень ім. Леніна, «Гвардійської» та «Центральної», кар'єрів «Анновський» і «Першотравневий», а також побутових стоків. Канал побудований без екранізації водовміщуючої частини в земляному руслі, складеному суглинками. Під впливом фільтрації високомінералізовані скидні води потрапляють до водоносного горизонту, що призводить до його забруднення. На досліджуваній території мінералізація становить 5 г/дм³, рівень ґрунтових вод на глибині 0,9 м. За даних умов відбувається розвиток процесів вторинного засолення ґрунтів і порід зони аерації.

Мета дослідження. Метою дослідження є кількісна оцінка процесу вторинного засолення на досліджуваній ділянці і подальший прогноз щодо його розвитку.

Викладення основного матеріалу. Методи прогнозу засолення базуються на теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ, відповідно до якої дані процеси описуються рівняннями руху і збереження маси речовини. На досліджуваній території відбувається, переважно, вертикальний солеперенос у режимі випаровування. В усталеному режимі даний процес описується одновимірним рівнянням масопереносу

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + V \frac{\partial C}{\partial x} = 0, \quad V = V_1 - V_2, \quad (1)$$

де, C – засолення ґрунтів зони аерації, г/дм³; V_1 – швидкість висхідного потоку вологи, м/доб; V_2 – швидкість низхідного потоку вологи, м/доб; x – просторова координата, м; D – коефіцієнт гідродисперсії, м²/доб.

Математична модель вертикального вологопереносу для цих умов у неусталеному режимі має вигляд:

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + V \frac{\partial C}{\partial x} = n \frac{\partial C}{\partial t}, \quad (2)$$

де, n – об'ємна вологість, ч. о; t – часова координата, доб.

Інші позначення наведені раніше.

Рівняння (2) аналітичного розв'язання для висхідного потоку не має, тому для характеристики розвитку вторинного засолення у часі використано його кінцево-різницеве відображення за явною схемою

$$D \frac{C_{i-1}^\tau - C_i^\tau}{(\Delta x)^2} - D \frac{C_i^\tau - C_{i+1}^\tau}{(\Delta x)^2} + V \frac{C_i^\tau - C_{i+1}^\tau}{\Delta x} = n \frac{C_i^{\tau+1} - C_i^\tau}{\Delta t}, \quad (3)$$

де, $i-1, i, i+1$ – просторові індекси розрахункових точок; $\tau, \tau+1$ – часові індекси розрахункових точок; $C_{i-1}^\tau, C_i^\tau, C_{i+1}^\tau$ – засолення у розрахункових точках, %.

У [5] також використане аналогічне рішення за явною кінцево-різницевою схемою, але в даній роботі обрана ліва різниця, тому що за результатами чисельного експерименту визнана як найбільш точна.

Розв'язання практичної комплексної задачі кількісної оцінки накопичення солей у зоні аерації за результатом розвитку процесів вторинного засолення починається з інверсної її частини – визначення міграційних параметрів, коефіцієнтів рівнянь (1) і (2).

Для визначення величини V_1 застосовуємо формулу С. Ф. Авер'янова [1]

$$V_1 = V_0 \left(1 - \frac{Z}{Z_k} \right)^k, \quad (4)$$

- на, М. М. Коппель // Мелиорация и водное хозяйство. – К., 1978. – Вып. 43. – С. 56–63.
4. **Евграшкина Г. П.** Определение гидрохимических параметров на примере Каменской оросительной системы / Г. П. Евграшкина, Т. И Шмалый // Гидрохимические исследования поверхностных и подземных вод. – Д., 1995. – С. 17–24.
5. **Евграшкина Г. П.** Прогноз развития процессов вторичного засоления почвогрунтов в регионах горнодобывающей промышленности / Г. П. Евграшкина, Н. П. Шерстюк // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Геологія, географія. – 2008. – Вип. 11, № 312. – С. 32–38.

Надійшло до редколегії 17.12 09

УДК 550(8+85):551.247:(553.25/29):(622.023:03)

Л. П. Босевская

Український науково-дослідницький інститут соляної промисловості (УкрНИИсоля)

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОЛЯНЫХ МАССИВОВ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ КАК СРЕДЫ ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

У теперішній час соляні масиви розглядаються не лише як об'єкти видобутку корисної копалини – кам'яної солі, а й також як сприятливе геологічне середовище для розміщення підземних об'єктів різноцільового призначення. До теперішнього часу не існує загальноприйнятої синергетичної системи інженерно-геологічної оцінки соляних масивів. Запропоновані основні принципи системного підходу до вирішення питань збереження рівноважної системи при створенні в кам'яній солі техногенних порожнин різного призначення.

Ключові слова соляні масиви, системний підхід, інженерно-геологічна оцінка.

В настоящее время соляные массивы рассматриваются не только как объект добычи полезных ископаемых – каменной соли, а также как благоприятная геологическая среда для размещения подземных объектов разнопланового назначения. До настоящего времени не существует общепринятой синергетической системы инженерно-геологической оценки соляных массивов. Предложены основные принципы системного подхода к решению вопросов сохранения равновесной системы при образовании в каменной соли техногенных прожилков различного назначения.

Ключевые слова соляные массивы, системный подход, инженерно-геологическая оценка.

At present time rock salt bodies are considered to be not only an object for mining operations (rock salt) but also a favorable geological environment for allocating different under-ground objects. Yet to this day there is no generally accepted synergetic system of engineering-geological estimation of rock salt bodies. In the paper given they propose underlying principles of system approach to solving issues of keeping equilibrium system under creating man-caused cavities of different purposes in rock salt bodies.

Key words Hydrochloric files, the system approach, engineering-geological estimation

Постановка вопроса и задачи исследований. В приповерхностной части земной коры находится значительное количество соляных залежей различной морфологии. Только на Украине мощные соленосные отложения имеют место в Днепровско-Донецкой впадине, в пределах Предкарпатского краевого и Карпатского внутреннего прогибов. Учитывая, что каменная соль обладает рядом специфических свойств (высокой пластичностью, высокой прочностью, непроницаемостью, антисептичностью, инертностью к углеводородам и т. п.), в настоящее время

прорабатывается вопрос об использовании соляных массивов не только в эксплуатационных целях для добычи солей, но и как уникальной упруго-вязкой геологической среды для размещения подземных объектов различного назначения. Возможность использования выработок в каменной соли для создания складов и хранилищ исследовалась еще во второй половине прошлого столетия. И уже тогда в работах УкрНИИСоля отмечалась высокая технико-экономическая эффективность данного направления [1]. Позже, работами многих исследователей было установлено, что каменная соль, обладая специфическими свойствами [2], является достаточно надежной геологической средой для строительства подземных резервуаров, предназначенных для хранения различных веществ (нефти, нефтепродуктов, газов) удаления опасных отходов, так как обладает хорошими барьерными¹ свойствами и высокой технологичностью. В мировой практике газовой промышленности успешно функционируют многочисленные газовые резервуары в солях. Использоваться могут как специально пройденные для определенных целей резервуары, так и старые эксплуатационные выработки подземной добычи солей, если они обладают длительной устойчивостью [3; 4].

С какой бы целью ни использовался соляной массив, речь всегда идет о создании в нем искусственных полостей. Опыт эксплуатации соляных месторождений показывает, насколько эта среда сложна в разработке. Об этом свидетельствуют многочисленные проблемы на соляных рудниках мира: в мировой практике известно около 100 случаев гибели соляных и калийных шахт². Примеров преждевременной ликвидации выработок в соли достаточно много. Это затопленные каменносоляные шахты Артемовского, Солотвинского (Украина), Илецкого (Россия) месторождений каменной соли, а также калийные рудники в г. Калуш (Калуш-Гольинское месторождение, Украина), Леопольдсгалль, Гедельсбург, Финенбург и Фриденсхалль (Германия). Причем, некоторые из шахт были затоплены в результате катастрофических прорывов воды в выработанное пространство [5–8].

Каждый из этих случаев гибели шахт сопровождается обычно разрушением массива, образованием карстовых провалов, затоплением и потерей для народного хозяйства большого количества земель на длительное время. Так, в настоящее время вследствие стремительного затопления наиболее молодой шахты, отработывавшей Солотвинское месторождение каменной соли (Украинское Закарпатье), происходит повсеместное разрушение горного массива над соляным телом с образованием огромных провалов, в придонной части которых обнажаются горные выработки ранее существовавшей шахты (рис. 1).

Создавшуюся на месторождении ситуацию специалисты отрасли и МЧС признали техногенной экологической катастрофой. Основной причиной такой ситуации стало отсутствие предварительной оценки барьерных свойств массива и комплексного многостороннего подхода к проблеме.

Учитывая перспективные возможности разностороннего использования соленосных формаций, в том числе и выработок отработанных шахтных полей, возникает необходимость в инженерно-геологической оценке соляных массивов. Несмотря на большое количество исследований в данном направлении, до настоящего времени проблемы охраны соляной толщи при техногенном вмешательстве и сопутствующие

¹ Термин «барьерные свойства геологической среды» введен относительно недавно и трактуется в работах Д.П.Хрущева.

² В данной работе проводится анализ массивов каменной соли, но, учитывая близость некоторых физико-механических свойств, основные подходы применимы и к массивам калийно-магниевого солей.

экологические проблемы остаются нерешенными. Кроме того, выполненные в течение последних лет в развитых странах Европы и в США широкомасштабные исследования свойств солей, определяющих их инженерно-геологические характеристики (механические и фильтрационные), позволили получить представительные данные о свойствах соли в естественном залегании. Эти данные подтверждены исследованиями института геоэкологии Российской АН, института геологии НАН Украины, а также подтверждаются исследованиями, проведенными в 1980–2008 гг. УкрНИИ-соль при решении прикладных задач эксплуатации соляных толщ [9;10].

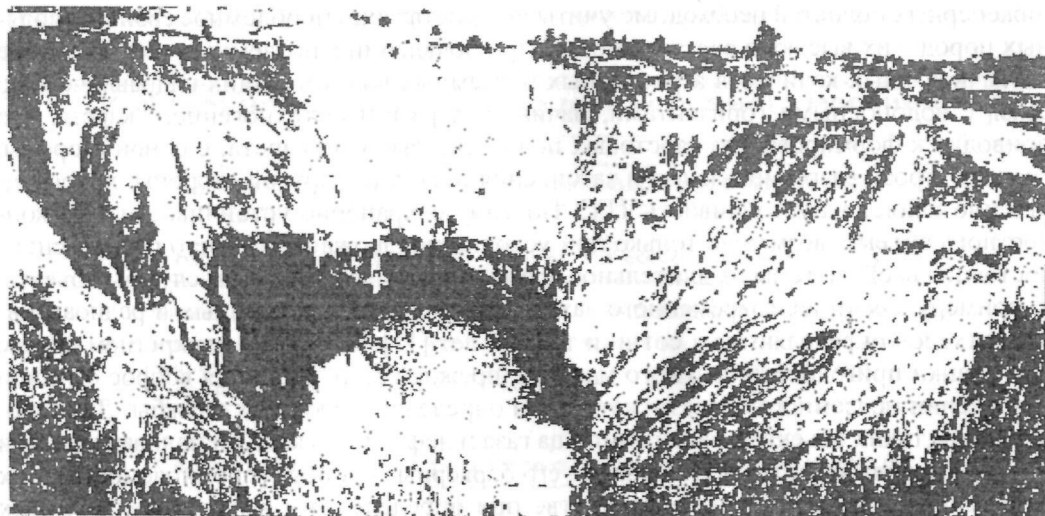


Рис. 1. Развивающийся провал над шахтой, разрабатывавшей центральную часть Солотвинского соляного купола до 1975 г.

Согласно новым данным, каменная соль не представляет собой сплошной изотропный непроницаемый для жидкостей и газов упруго-пластичный материал, способный к самозалечиванию под действием внешнего давления, как считалось ранее. В соответствии с современными представлениями, соляной массив в естественном залегании это сложная геодинамическая система с выраженными пластическими свойствами, с неоднородными элементами различных физико-механических свойств, в том числе прочностными, реологическими, фильтрационными и др.

В вышеизложенном³ аспекте становится весьма актуальным вопрос о необходимости синергетического подхода к обеспечению долговременного технически и экологически безопасного функционирования инженерных объектов в соляном массиве.

Цель работы. Разработка основных принципов инженерно-геологической оценки соляных массивов для их целевого использования, которые формулируются на основе системной аналитической проработки накопленных данных по использованию соляных толщ как для эксплуатации соляных ресурсов, так и в целях подземного строительства (на примерах ряда объектов Украины, России, Армении, Германии и др. стран).

Изложение основного материала. С методологической точки зрения искусственно сооружаемая подземная ёмкость представляет собой техногенно-

³Синергетический подход включает системную оценку объекта как развивающейся динамической комплексной системы с учетом взаимодействия многоуровневых элементов её структуры и межсистемных взаимодействий

геологическую систему (ТГС), в которой выделяется 2 элемента: вмещающая толща (в нашем случае – соляной массив) и собственно подземная полость (с соответствующим техногенным заполнением). Сооружение любых типов подземных полостей в соляных толщах, прежде всего, подчиняется основному требованию – **обеспечению долговременной устойчивости всей системы**. Выполнение этого требования обеспечивается двумя основными факторами – геомеханическим, определяющим собственную устойчивость сооружения, и гидрогеологическим, определяющим степень защищенности системы от воздействия агрессивных вод.

При многих привлекательных свойствах соляных толщ как среды для создания инженерных полостей необходимо учитывать достаточно проблемное свойство соляных пород – их высокую растворимость. При появлении в подземных полостях даже незначительных количеств агрессивных подземных вод, имеющих гидравлическую связь с водоносными горизонтами, начинается развитие техногенного карста, что приводит к формированию карстовых полостей. Развитие карста, с одной стороны, создает угрозу разгерметизации и затопления объекта, с другой стороны, непосредственно влияет на устойчивость ТГС. Поэтому сохранение устойчивости ТГС конкретного объекта возможно только при условии поддержания некоего равновесного состояния всей системы на длительное время, определяемое сроком службы объекта. К примеру, сроки долговременного захоронения опасных токсичных и радиоактивных отходов определяются в сотни и тысячи лет [11]. В каждом конкретном случае для оценки пригодности соляного массива, прежде всего, решается вопрос о типе и назначении подземного объекта, которые и определяют сроки их службы. Для строительства таких объектов, как хранилища газа и нефтепродуктов, немаловажным при оценке массива является исследование его барьерных свойств (проницаемости) и их изменений во времени и в пространстве при определённых высоких техногенных давлениях.

Таким образом, основное условие долговременного существования подземных полостей в солях – максимальное сохранение на длительное время (в условиях перераспределения напряжений в горном массиве) природной равновесной системы «соляной массив – напряжения в соляном массиве и массиве покрывающих пород – вода», при которой месторождение существовало до техногенного вмешательства. Вышеназванные факторы (геомеханический и гидрогеологический) и определяют выполнение основного условия.

Геомеханический фактор определяет сохранение устойчивости во времени опорных целиков, поддерживающих систему, а также деформации массива, которые при определённых условиях могут нарушить сплошность соляного массива и покрывающих пород, отделяющих соляной массив от водоносных горизонтов. Основная составляющая группы геомеханических факторов – физико-механические свойства каменной соли, обуславливающие прочностные и реологические свойства каменно-соляного массива.

Гидрогеологический фактор определяет условия возможной фильтрации агрессивной воды в инженерную полость через соляной массив и создание условий для развития техногенного карста. Выполнение основного условия не допускает нарушения вследствие дренажа вод подземной полостью природных равновесных гидрогеологических условий, при которых соляной массив существовал до техногенного вмешательства. Основная составляющая группы гидрогеологических факторов – водопроницаемость соляного массива и вмещающей толщи осадочных пород.

Геомеханические и гидрогеологические составляющие процессов, протекающих в соляном массиве, взаимосвязаны и взаимообусловлены. При аномальном на-

рушении равновесной системы роль каждого из факторов может изменяться: любой из факторов или подфакторов может оказаться определяющим, при этом значение иных может стать ничтожно малым. Следовательно, традиционное деление факторов на существенные, менее существенные и несущественные в данном случае неприемлемо.

Исходя из вышеизложенного, инженерно-геологическая оценка соляного массива подразумевает комплексную многостороннюю оценку возможности сохранения массивом природной равновесной системы при создании и эксплуатации техногенных полостей, или, иными словами, прогнозную оценку главных составляющих, обуславливающих взаимодействие основных факторов во времени и пространстве (рис. 2).



Рис. 2. Составляющие инженерно-геологической оценки соляного массива

Гидрогеологический фактор. В природных условиях соляные залежи сохраняются лишь в тех местах, где они, в значительной степени, гидроизолированы водонепроницаемыми участками геологической среды. Такой средой в отдельных случаях может быть и сам соляной массив [12]. При контакте массива с водоносными горизонтами соляной массив «срезается» до уровня местного базиса дренажа процессами природного площадного выщелачивания, после чего в условиях обводненного контакта приобретает некое равновесное состояние. При создании подземных полостей равновесное состояние массива с обводненным контактом будет обусловлено только в случае полного отсутствия фильтрации воды через массив.

Ранее считалось, что соляной массив является региональным водоупором, обладая достаточно высокими барьерными свойствами. Но сложность задачи заключается в том, что непроницаемыми свойствами обладают только те участки соляного массива, которые отвечают следующим условиям:

- отсутствуют слои соляных (несоленых) пород, обладающих повышенными показателями пустотности и проницаемости;
- массив не нарушен процессами древнего и современного выветривания;
- массив не нарушен природной или техногенной трещиноватостью [13].

Проницаемость каменной соли обуславливается совокупностью геолого-гидрогеологических особенностей массива: первичными и современными литолого-структурными характеристиками массива (наличием, составом и морфологией включений), наличием природной скрытой (залеченной) трещиноватости, а также геологическими процессами, которые прошел массив в своем развитии. Все эти факторы определяют наличие и распределение внутри массива участков непроницаемой и проницаемой (потенциально проницаемой) соли.

Отдельные блоки или участки соляного массива в пределах одной геоструктуры могут значительно различаться по проницаемости в зависимости от исходных геологических особенностей. Водопроницаемые участки массива зачастую «вклиниваются» в соляную залежь на большие глубины «карманообразно». В частности, легко проницаемыми обычно являются участки диапировых структур, приуроченные к ядрам внутрикупольных синклинальных складок второго и третьего порядка, участки круто залегающих пачек, сложенных загрязненной терригенным материалом – каменной солью с незавершившейся перекристаллизацией [14, 15], участки брекчированных зон древнего выщелачивания, участки тектонической брекчированности, зон дробления. Последнее, преимущественно относится к молодым соляным телам (неогеновые диапировые структуры Закарпатья).

Для оценки степени необходимой защиты соляной залежи от карста в целом или ее отдельных участков немаловажным моментом также является корректная оценка исходной гидрогеологической ситуации на участке расположения массива и степени ее опасности в случае недооценки барьерных свойств массива.

Следует отметить, что проницаемость массива исследуется также с точки зрения определения возможной миграции углеводородов из хранилищ и их влияния на состояние массива и окружающей среды. Различается естественная проницаемость нетронутого массива, проницаемость массива, возникшая вследствие длительного напряженно-деформированного состояния массива, и проницаемость массива, испытывающего техногенное давление со стороны наполнителя подземной полости. Это различные понятия, и каждый вид проницаемости требует отдельного целевого исследования. Весьма низкая проницаемость каменной соли при определенных нагрузках и (или) термодинамических условиях может возрастать без возникновения видимых признаков разрушения структуры и потери сплошности. Этой проблеме посвящен ряд специальных работ [16].

Вскрытие подземной полостью проницаемых (или потенциально проницаемых) участков соляного массива при наличии агрессивного водоносного горизонта на контакте с соляным телом представляет серьезную угрозу для подземных и наземных объектов, так как создает условия для формирования базиса дренажа этих вод. Последнее обычно сопровождается формированием гидрогеологической депрессии и развитием прогрессирующего карста. В случае возникновения в соляном массиве обширной, интенсивно развивающейся карстовой зоны предотвратить затопление полости и остановить попутное развитие техногенного карста можно только одним способом – ликвидацией глубинного базиса дренажа путем затопления полостей и восстановлением естественной гидрогеологической обстановки [5; 6; 12]. В ином – случае создается угроза разрушения всего массива надсолевых пород, что весьма опасно не только для наземных объектов, но и для экологического состояния территории.

Происходящие в массиве изменения по гидрогеологическому фактору значительно влияют на составляющие геомеханического фактора и определяют их действие.

Геомеханический фактор. Создание полостей в массиве приводит к переходу массива от природного равновесного напряженного состояния к напряженно-деформационному состоянию в зоне расположения объектов. Совокупность основных составляющих, характеризующих напряженно-деформационное состояние массива и его изменчивость во времени, и определяют сохранение массивом равновесного состояния (длительную устойчивость массива, содержащего полости). Главной составляющей при этом являются природные физико-механические и реологические свойства каменной соли. Именно эти характеристики соляного массива и определяют, насколько перераспределение напряжений влияет на состояние соляного массива и его способность удерживать вышележащую толщу пород.

Физически, основную нагрузку принимает на себя ближняя зона ТГС – часть массива каменной соли, окружающая подземные полости, в том числе оставленные между камерами опорные целики (для камерной системы создания полостей). Параметры целиков и параметры созданных полостей (конструктивные элементы системы выработки в соли) определяют во времени устойчивость массива, так как именно эти критерии определяют взаимодействие напряжений и начальную точку разрушения массива во времени.

Оценка массива по геомеханическому фактору – исследование природных физико-механических (реологических и прочностных) свойств каменной соли для расчета и выбора устойчивых конструктивных элементов. Поскольку соль является пластической и ползучей средой, выбрать параметры полости, при которой массив оставался бы абсолютно жестким, невозможно. Какие бы по размеру ни создавались полости в каменной соли, наличие их приводит к сдвигению массива пород над выработанным пространством за счет «течения» соли, вмещающей полости и воспринимающей напряжения массива. Пластические деформации соляного массива увеличиваются прямо пропорционально давлению со стороны вышележащей толщи пород, которая напрямую зависит от глубины расположения полостей. Именно поэтому при создании глубоких подземных полостей в соляных массивах сталкиваются с таким понятием, как конвергенция – уменьшение объема выработки за счет «схождения» целиков.

При достижении критических деформаций начинается разрушение массива за счет потери связи между отдельными зернами и кристаллами соли. Критические деформации соляного массива могут также вызвать нарушение сплошности водонепроницаемой толщи, предохраняющей объект от проникновения агрессивных вод, что особо опасно.

Степень и характер деформаций массива зависят от механических показателей конкретной толщи и конкретных ее участков. По данным многолетних многочисленных испытаний образцов каменной соли, выполненных независимо друг от друга институтом УкрНИИсоль и Горным институтом УрОРАН, механические показатели состояния соляного массива обусловлены его внутренним строением (составом, характером и распределением терригенных включений, структурно-текстурными особенностями, наличием зон дробления, влиянием зон тектонических разломов) и приуроченностью залежи к региональной геоструктуре, – одним словом, полностью зависит от геолого-гидрогеологических особенностей массива в целом и участка его расположения (см. рис. 2) [17].

Так, среднезернистая каменная соль обычно при прочих равных условиях на 15 – 25 % прочнее соли крупнозернистой и на 25 ÷ 40 % прочнее весьма крупнозер-

нистой (размер кристаллов 5–10 мм) и гигантозернистой, размер отдельных зерен кристаллов которой превышает 10 мм. Прочность соли (несущая способность целиков) значительно снижается при наличии в качестве терригенных примесей в солях глин, – на $20 \div 30$ % и более. В случае наличия включений ангидритовых гнезд или линз, наоборот, прочность соли повышается на $25 \div 30$ %. Заниженные прочностные характеристики присущи участкам массива, сложенным перекристаллизованной солью, легко определяемой по вторичным структурам и текстурам. Установлено, что пониженными характеристиками прочности отличаются и участки массива, сопряженные с перекристаллизованными участками. В этом аспекте наиболее проблемными с точки зрения устойчивости являются крутопадающие слои слабосвязанных (рыхлых) солей (пачка каменной соли в северо-восточной части Солотвинской структуры) и гигантокристаллическая каменная соль (соль глубоких пластовых залежей Тыретского месторождения, Иркутская область Российской Федерации).

Вариации прочностных характеристик соли очень широкие. Среднекристаллическая (среднезернистая) плотносцементированная каменная соль различных месторождений (так называемая общераспространенная каменная соль) имеет основной показатель прочности – предел прочности на одноосное сжатие – от 30 до 43 МПа. К примеру, тот же показатель для крупнозернистой соли Тыретского месторождения – 23,2 МПа, а для загрязненных глиной слоев Солотвинского месторождения – от 17,7 МПа. Большой вариацией прочностных свойств обладает межпластовая каменная соль, заключенная между прослоями калийных солей Верхнекамского месторождения (месторождения сложного строения): предел прочности на одноосное сжатие изменяется от 9,2 МПа до 48,5 МПа. Такие же закономерности распределения и зависимость от макро- и микроструктурных особенностей наблюдаются и для других прочностных характеристик – показателей прочности на изгиб и растяжение.

Значительно различаются механические показатели прочности для месторождений, относящихся к различным геоструктурам. На инженерно-геологические характеристики соляной толщи также оказывает влияние разрывная тектоника вмещающей толщи (для диапировых структур) или подстилающей толщи. В районе зоны тектонического нарушения устойчиво снижается прочность каменной соли [17].

Главной эксплуатационной задачей при создании и использовании полостей в соли является сохранение длительного состояния пластических безопасных деформаций массива без нарушения его сплошности и сплошности покрывающих пород и при минимальных структурных изменениях в самом массиве, испытывающем деформации. Посредством правильного выбора параметров техногенных полостей возможно управлять происходящими в массиве процессами в зависимости от их целевого назначения и необходимого срока службы. Правильный расчетный выбор параметров в зависимости от первичного состояния массива гарантирует длительную устойчивость ТГС по геомеханическому критерию.

Так, соляные шахты, геометрические параметры которых в XVIII–XIX вв. были выбраны правильно, существуют (или существовали) в устойчивом состоянии более 100 лет, имея выработки с размерами $15 \div 20$ м \times $800 \div 900$ м и высотой $15 \div 110$ м (шахты №7 и №8 на Солотвинском месторождении, шахта №1 им. К. Либкнехта – на Артемовском месторождении, шахта Величка – в Польше, шахта №1 – на Илецком месторождении и др.). В то же время многие соляные и калийные рудники были самоуничтожены (затоплены) в результате разрушения конструктивных элементов системы разработки ввиду некорректного установления вышеуказанных параметров. В случае появления зон (каналов) водопроницаемости в соляном массиве, обусловленных нарушением его сплошности при появлении разрывных дислокаций

либо развитию зон трещиноватости, при условии установления гидравлической связи с водоносным горизонтом вступает в силу гидрогеологический фактор, который приводит к дополнительным разрушениям вследствие развития глубинного карста. Интенсивность развития этого процесса определяется интенсивностью дренирования движущейся воды (рассолов). Причиной возникновения гидравлической связи между зонами водопроницаемости соляного массива и водоносными горизонтами является нарушение защищенности соляного массива (нарушение естественных защитных рассольных зон на контакте с соляным массивом или защитной глинистой «шляпы», др.) [13].

В настоящее время уже существуют отработанные методики определения оптимальных параметров полостей, позволяющие управлять состоянием массива и рассчитывать сроки службы полостей [18; 19]. Данные методики основаны на принципе расчета по допустимым напряжениям с использованием установленных прочностных, деформационных и реологических характеристик для конкретного соляного массива. Корректность таких расчетов подтверждена на практике как для относительно простых условий Артемовского и Илецкого месторождений каменной соли, так и для некоторых участков сложных структур (складчато-блоковых, солянокупольных, др.). В результате специальных исследований установлены реологические параметры и их эмпирические зависимости от коэффициента запаса прочности, а также выведено уравнение состояния каменной соли, позволяющее определять расчетные сроки службы конструктивных элементов системы разработки [18; 19; 20]. Институт УкрНИИСоля (г. Артёмовск) имеет многолетний опыт контроля и управления деформационными процессами в соляных массивах. Наиболее приемлемыми для площадей с высокой плотностью населения являются выработки с параметрами, при которых несущие целики имеют коэффициент запаса прочности более 4, что соответствует сроку службы по геомеханическому критерию более 1000 лет. Этот коэффициент используется в настоящее время для расчета параметров эксплуатационных выработок новых шахтных полей Артемовского месторождения.

Для точной геомеханической оценки создаваемых полостей с учетом их целевого назначения, прежде всего, необходимо корректное определение начальных физико-механических свойств и их вариаций в пределах одного массива (для каждой выделенной структурной единицы), а последние, как было показано, полностью предопределены литологическими особенностями массива (минеральным составом, структурой, текстурой). До настоящего времени структурные геологические особенности месторождений при их оценке практически не учитывались.

Таким образом, оценка устойчивости полостей в соляных массивах должна проводиться на основе комплексных исследований, включающих детальное изучение не только общего геологического строения и современных геотектонических процессов, но также внутренней структуры соляной толщи. При этом обязательным условием проведения механических испытаний для грамотного расчета прочностных характеристик массива является выделение в галогенной толще пачек соли с различными литологическими характеристиками на основе данных детальной и эксплуатационной разведки.

Эффективным методом выбора и оценки участка геологической среды для создания подземных объектов есть построение цифровых структурно-литологических моделей. Это направление, в настоящее время, интенсивно развивается и является весьма перспективным [21]. Использование таких моделей позволяет выделить участки массива, изначально непригодные для разработки (по физико-механическим и др. свойствам), и участки массива, благоприятные для строительства в соответ-

ствии с параметрами, установленными по техническим требованиям, предъявляемым к данному типу сооружений.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Основной принцип выбора геологической среды для размещения подземных объектов заключается в соответствии ее геологических условий техническим требованиям, предъявляемым к данному типу объекта.

По отношению к соляным массивам как строительной среде при выборе участков, удовлетворяющих требованиям долговременной устойчивости объектов, следует учитывать основные факторы, определяющие эти требования. В наиболее общем случае выделяется две группы этих факторов:

– геомеханические, определяющие собственную устойчивость ТГС подземного сооружения;

– гидрогеологические, которые при определённых условиях могут воздействовать на устойчивость ТГС.

Для оценки действия этих факторов на объект и вмещающую геологическую среду необходима разработка комплексной модели, в которой будут отражены два элемента наивысшего порядка:

– соляной массив,

– вмещающая осадочная толща.

Функциональная роль первого заключается в обеспечении устойчивости и изолирующих свойств собственно сооружения (полости, выработки). Нарушение устойчивости влечет за собой дефект целостности ТГС, изолирующих свойств – к возникновению зон (каналов) проникновения вод в соляной массив (и/или выход хранимого продукта в геологическую среду).

Методология и методика моделирования гидрогеологических условий осадочной толщи, способных воздействовать на соляной массив, достаточно хорошо разработана. В этой части работы важным моментом является оценка защищенности соляного массива.

Наиболее эффективным методом оценки соляного массива как инженерной среды является разработка его структурно-литологической модели оптимальной цифровой объемной формы. На основе разработанной указанной модели может осуществляться выбор соляного массива (его участка), благоприятного для размещения подземной полости любого назначения и оценка возможности её безопасной эксплуатации [21; 22].

Уже первые этапы развития предлагаемых принципов показали высокий уровень результативности. Использование описанных принципов позволило достаточно точно спрогнозировать развитие современных деформационных процессов в соляном массиве Солотвинской солянокупольной структуры (фондовые материалы УкрНИИСоли).

Библиографические ссылки

1. Николашина З. И. Исследование эффективности использования соляных горных выработок для размещения непромышленных объектов / З. И. Николашина, Н. А. Корниенко, В. Г. Мирошниченко // Материалы Всесоюзной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов соляной промышленности «Повышение эффективности процессов добычи и переработки соли», 24–26 сентября 1986 г., г. Артёмовск. М., 1986. – С. 26–27.
2. Иванов А. А. Минеральные соли в недрах земли / А. А. Иванов. – М., 1973. – 81с.
3. Хрущев Д. П. Барьерные свойства геологической среды / Д. П. Хрущев, Р. Я. Белевцев, В. Н. Бублясь и др. // Сучасні проблеми літології і мінералогії осадових басейнів України та суміжних територій: [зб. наук. пр.] / Інститут геології НАН України; [ред. П. Ф. Гожик]. – К., 2008. – С. 278–284.

4. **Чабанович Л. Б.** Научно-технические основы сооружения и эксплуатации подземных хранилищ в каменной соли / Л. Б. Чабанович, Д. П. Хрущев. – К., 2008. – 304 с.
5. **Лиманов Е. Л.** Причины затопления соляных рудников / Е. Л. Лиманов, М. И. Елизаров, А. Мусанов // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1971. – № 3, – С. 159–160.
6. **Никитин А. А.** К вопросу о погашении отработанных горных выработок соляных рудников (на примере Илецкого месторождения каменной соли) / А. А. Никитин, Л. П. Босевская // Материалы Всесоюзной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов соляной промышленности «Повышение эффективности процессов добычи и переработки соли». 24–26 сентября 1986 г., г. Артёмовск. – М. 1986. – С. 18–19.
7. **Антипова А. А.** Особенности развития соляного карста Илецкого месторождения каменной соли. / А. А. Антипова // Проблемы соленакопления. – Новосибирск, 1977. – Т. П. – С. 79-83.
8. **Нестеров М. П.** Краткая информация об условиях и опыте затопления калийных и каменносольных рудников в ГДР / М. П. Нестеров. – Кф ВНИИГа. – Калуж, 1978. – 20 с.
9. Литологические критерии оценки участков и перспективы строительства подземных сооружений различного целевого назначения в соляных толщах // Институт геол. наук АН УССР. – К., 1989. – № 3. – 46 с.
10. **Епишин В. К.** Геологическая среда и инженерные сооружения – сложные природно-технические системы. Теоретические основы инженерной геологии. Социально экономические аспекты / В. К. Епишин, В. Т. Трофимов. – М., 1985. – С. 32–45.
11. Видалення радіоактивних і токсичних відходів // Тези науково-технічної наради видалення радіоактивних відходів. – К., 1995 – 108 с.
12. **Короткевич Г. В.** Соляной карст / Г. В. Короткевич. – Л., 1970. – 256 с.
13. Методологічні та практичні аспекти визначення захищеності соляних товщ / Д. П. Хрущов, Л. П. Босевська, ін. // Екологічна безпека: проблеми та шляхи вирішення : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Алушта, 7 - 11 вересня 2009 р.) [зб. наукових статей у двох томах] / УкрНДЦЕП. - Х., 2009. – Т. I. – С. 99–104.
14. **Привалова Л. А.** Петрографическая характеристика каменной соли Илецкого месторождения / Л. А. Привалова // Труды ВНИИсоль. Геология и гидрогеология месторождений поваренной соли. Выпуск 19(27). – Артемовск, 1971, С. 12–20.
15. **Атеев А. Е.** Костенко И. Ф., Привалова Л. А. Закономерности распространения структурных разновидностей каменной соли на Илецком месторождении поваренной соли / А. Е. Атеев, И. Ф. Костенко, Л. А. Привалова// Тр. ВНИИсоль, выпуск 19(27). – Артемовск, 1971. – С. 55–59.
16. **Лапочкин Б. К.** Экологическая надежность техногенных подземных каверн [Электронный ресурс] : Институт геоэкологии РАН. – Режим доступа: <http://www.bestreferat.ru>. – Название с экрана.
17. **Барях А. А.** Деформирование соляных пород / А. А. Барях, С. А. Константинова, В. А. Асанов. Горный институт УрО РАН. – Екатеринбург, 1996. – 203 с.
18. Методические указания по расчету параметров системы разработки и ведению горных работ на Солотвинском месторождении каменной соли / Государственный комитет по пищевой промышленности Украины. – Артемовск, 1997. – 74 с.
19. Методические указания по расчету параметров системы разработки свиты пластов каменной соли Артемовского месторождения / УкрНИИсоль. Комитет пищевой промышленности Украины. – Артемовск, 1997. – 99 с.
20. **Шиман М. И.** Предотвращение затопления калийных рудников / М. И. Шиман. – М., 1992. – 176 с.
21. **Хрущов Д. П.** Структурно-літологічні моделі солянокупольних структур / Д. П. Хрущов, Н. А. Данишурка // Геол. Журн. – 2002. – №4. – С. 67–77.
22. **Хоменко О. Е.** Синергетика в управлении состоянием массива горных пород [Электронный ресурс]: Рудана. – Электронные данные, 2007–2009. – Режим доступа: <http://rudana.biz/sinergetika.htm>. – Название с экрана.

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 504.06

Л. В. Міщенко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**ВИЗНАЧЕННЯ ПРИНЦИПІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ЄДИНОЇ
ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ЕКОМОНІТОРИНГУ
НА ПРИКЛАДІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

Розглянуті методика і програма екологічних досліджень з метою визначення принципів організації єдиної системи екомоніторингу для України в цілому, регіонів, областей, районів і міст.

Ключові слова: екомоніторинг, методика, Україна.

Рассмотрены методика и программа экологических исследований с целью определения принципов организации единой системы экомониторинга для Украины в целом, регионов, областей, районов и городов.

Ключевые слова: экомониторинг, методика, Украина.

A method and program of environmental studies to determine the principles of organizing a unified system of environmental monitoring in Ukraine, regions, provinces, districts and cities.

Key words: ecomonitoring, methodology, Ukraine

Актуальність проблеми. Протягом 1989–1993 рр. Карпатський інженерно-екологічний центр, а з 25 листопада 1991 р. і організований на його базі Інститут екологічного моніторингу АН технологічної кібернетики України разом з кафедрою теоретичних основ геології, інженерної екології та загальної геології, кафедри екології, іншими кафедрами університету нафти і газу, Державним управлінням охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області, облсанепідемстанцією, медичною академією і Прикарпатським університетом, Проектно-конструкторським технологічним інститутом, Калуським інститутом галургії, різними інститутами НАН України проводив дослідження екологічного стану різнопорядкових геосистем за розробленою методикою в межах відповідного фінансування.

Моніторинг – безперервне стеження за динамікою змін усіх компонентів природно-антропогенних геосистем (ПАГС) – повинен забезпечити охоплення всіх ПАГС від глобальних і регіональних до локальних. Виділення ПАГС проводиться на базі ландшафтного районування території, тому що базою ПАГС є природно-територіальні комплекси (ПТК).

Методика досліджень. *Статична модель екологічного моніторингу.* У системі екологічного моніторингу любого рангу (національного, регіонального, обласного, районного, міського чи локального) необхідно виділяти дві його черги – першу (статичну модель) і другу (динамічну модель).

© Л. В. Міщенко, 2010

Статична модель екомоніторингу базується на одноразово вивчених параметрах навколишнього середовища. По суті, статистична модель – це **екологічний аудит території**. Статична модель будується, якщо немає даних для динамічної моделі, або як перша черга екомоніторингу, на шляху до створення другої черги – динамічної моделі [1;3;6].

Основою статичної моделі є еколого-ландшафтна карта ПАГС, на якій повинні бути виділені ПТК – природно-територіальні комплекси як природні компоненти геоекосистем. Навантаження карти, що характеризує антропогенний компонент геоекосистеми, виносять на окремі карти. Комплект природничих карт повинен включати: геологічне середовище і мінерально-сировинні ресурси, рельєф, ґрунти і земельні ресурси, водні ресурси, кліматичні умови і атмосферне повітря, лісо- та агророслинні ресурси, тваринний світ, а також ареали захворюваності населення різних вікових категорій [4].

Основна інформація антропогенним навантаженням на ПТК поступає від екологічної паспортизації промислових і аграрних підприємств. При цьому, екологічний паспорт повинен відповідати не тільки загальновідомому стандарту й вимогам нашої методики – програми екологічних досліджень ПАГС для локального екомоніторингу. А це означає, що екологічну ситуацію треба вивчати не тільки на території підприємства та його санітарно-захисної зони, а значно ширше, включаючи всю площу його (підприємства) впливу на навколишнє природне середовище. Наприклад, Бурштинська ТЕС забруднює не тільки свою санітарно-захисну зону, де випадає більшість твердих викидів (пилу, сажі), а й еліпсоподібну пляму від Івано-Франківська до Городенки паралельно долині Дністра, де випадають важкі метали, від яких забруднюються землі, поверхневі води, рослинність і виникає токсикоз у диких і домашніх тварин.

Разом з екологічною паспортизацією підприємств визначаються і погоджуються з обласним Держуправлінням по охороні навколишнього природного середовища гранично допустимі викиди (ГДВ) до атмосфери і гранично допустимі скиди (ГДС) у поверхневі води. Нагромаджена інформація накопичується в базах (банках) даних, куди заносяться також медико-біологічна та санітарно-гігієнічна інформація, відомості про тверді, токсичні, радіоактивні відходи, наявність і потужність очисних споруд та інших природоохоронних заходах (екологічний аудит підприємств) [5].

На основі цього розробляються і приймаються управлінські (керівні) рішення про введення оперативних екологічних заходів, визначається відповідна плата підприємства за забруднення довкілля та використання природних ресурсів, а також вносяться пропозиції по обстеженню діяльності підприємств, виходячи з визначених для них екологічно безпечних рамок, розробляються довгострокові програми охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання природних ресурсів для підприємства, промислового вузлу, міста, району, області, регіону (екологічний менеджмент).

Динамічна модель екологічного моніторингу є логічним продовженням статичної моделі, її другою чергою. Вона базується не на одноразовому вивченні (протягом року чи іншого періоду) екологічного стану природних і антропогенних компонентів ПАГС, а на постійному, безперервному стеженні за динамікою всіх змін у ПАГС або в екологічній ситуації на підприємстві чи на території якогось адміністративного підрозділу. Динамічна модель вимагає установки автоматичних приладів, безперервного запису параметрів, кількарічних спостережень. Тобто динамічна модель складається з кількох статичних моделей, а статична модель є віковим зрізом динамічної моделі за певний короткочасний період.

Динамічна модель будується на основі комп'ютерного банку даних і повинна включати максимально можливу кількість інформації відповідно до описаної вище методики і програми екологічних досліджень ПАГС [2].

Друга складова динамічної моделі екомоніторингу – антропогенний вплив – відображує динаміку змін кожного природного компонента протягом певного періоду спостережень і по своїй суті є відповідним моніторингом тих чи інших компонентів: геолітомоніторинг, радіаційний, електромагнітний та інші моніторинги геофізичних полів, геоморфомоніторинг, педо-, гідро-, космо-аеро- і метеомоніторинги, фіто- і зоомоніторинги, медико-санітарний та ін. .

Кожний компонент навколишнього природного середовища мати максимально можливу характеристику як у просторі, так і часі. Наприклад, аналіз геологічного середовища необхідно починати з вивчення природно-історичних тенденцій його змін, тобто з поетапних палеогеографічних карт. За палеогеографічною інформацією при характеристиці геологічного середовища повинна йти карта дочетвертинного геологічного середовища з елементами тектоніки і мінерально-сировинними ресурсами, потім карта четвертинних відкладів з відповідними корисними копалинами, станом їх розробки і т. п.

Характеристика водних ресурсів включає природно-історичні тенденції змін поверхневих, ґрунтових і підземних вод, по компонентні карти забруднення підземних, ґрунтових і поверхневих вод різними забруднювачами, просторові контури забруднень підземних та ґрунтових вод, дільниці русел рік з різними ступенями забруднення, з місцями водозаборів та скидів очищених, недостатньо очищених і неочищених вод та інша інформація. Такий аналіз можна зробити по кожному компоненту природного середовища, але все це є у вищеописаній методиці і програмі екологічних досліджень ПАГС.

Результати досліджень. Моніторингова частина моделі повинна включати дані по динаміці змін кожного компонента навколишнього середовища як під впливом природної періодичності, так і від антропогенного навантаження. Потім виконуються такі послідовні операції: аналіз проб на природні компоненти і забруднювачі (важкі метали, пестициди, радіонукліди та ін.), складання відповідних по елементних геохімічних карт по глибинним зрізам і періодам відбору проб, створення баз і банків літо геохімічної інформації, розрахунки стану забруднення літосфери порівняно до гранично допустимими концентраціями (ГДК) того чи іншого забруднювача, складання прогнозів змін екологічної ситуації залежно від змін екологічного середовища, розробляються пропозиції по оптимізації природокористування надрами і мінерально-сировинними ресурсами, визначаються відповідні екологічні обмеження для підприємств.

Результатом цього аналізу є побудова еколого-геологічної карти, яка не повинна бути статичною, відображаючою сучасний стан геологічного середовища. Вона має бути комп'ютерною, динамічною, складеною з відповідної кількості статичних карт, характеризуючи той чи інший віковий зріз. Тут мається на увазі не геологічний вік, а той чи інший період спостережень: наприклад, 1988, 1991, 1993 рік і т. п. Еколого-геологічна карта кожного року корегується відповідно до нових даних. На даний час (2000–2009 рр.) розроблені прогнозні моделі екологічної ситуації Карпатського регіону, що є результатом ефективного управління НПС.

Такі процедури необхідно провести з усіма природними компонентами. Всі вони складають синтетичну комп'ютерну еколого-ландшафтну карту природно-антропогенної геосистеми. Остання є основою карти сучасної екологічної ситуації і прогнозних карт її подальшого розвитку під впливом взаємодії природних і антропогенних факторів (система оперативного і довгострокового прогнозування).

На основі цієї інформації проводиться комп'ютерне управління екологічним станом міста, району, області чи регіону. На екрані дисплея кожний день можна бачити ту ситуацію, яка склалася, прогнозувати, що буде далі, якщо нічого не міняти чи вносити відповідні команди в інформаційно-керуючу систему, щоб оптимізувати чи покращити екологічну ситуацію на тій чи іншій території. Через екологічні паспорти у системі задіяні всі промислові підприємства і тому кожного дня можна визначити, хто конкретно є винуватим у погіршенні загальної екологічної ситуації і який режим треба задати тому чи іншому підприємству, щоб покращити ситуацію [6].

Висновки. Таку методику ми розробили п'ятнадцять років тому для Мінприроди України. На жаль, упровадження її із-за фінансових труднощів у державі значно затрималось. У ті часи наша методика увійшла складовою частиною СЕМ «Україна» – систему екологічного моніторингу України, яку ми створювали разом з державним геологічним підприємством «Геопрогноз» та іншими організаціями. Потім було видано дві постанови Кабінету Міністрів України – № 785 від 23 вересня 1993 р. і № 391 від 30 березня 1998 р., але справи з організацією державної системи екомоніторингу в Україні не рухались, бо не було фінансів.

Ми не могли зупинитися на досягнутому і продовжували вдосконалювати свою методику за рахунок держбюджетного фінансування Міністерства освіти і науки України, обласних фондів охорони навколишнього природного середовища, коштів окремих підприємств. Подальший розвиток наша методика знайшла в наукових роботах на прикладах досліджень Снятинського (Л. В. Міщенко), Гусятинського (В. М. Триснюк), Галицького (О. В. Пендерецький) районів, міста Івано-Франківська (Н. В. Фоменко), Івано-Франківської області (М. М. Приходько) і Карпатського регіону (О. В. Побігун) та ін. .

Сьогодні вимагає продовжувати ці дослідження, а саме, проводяться дослідження з визначенням сучасного екологічного стану геоекосистем на території Долинського, Рожнятівського, Тисменицького, Богородчанського і Верховинського районів у масштабі 1:50 000 за рахунок їх бюджетів та обласного фонду охорони навколишнього середовища. На жаль, інші адміністративні райони та Івано-Франківська область у цілому, а також міста Калуш, Надвірна, Коломия ще не знайшли можливості розпочати екологічні дослідження для створення систем міського (масштабу 1:10 000), районного (1:50 000) і обласного (1:200 000) моніторингу.

Бібліографічні посилання

1. Адаменко О. М. Інформаційно-керуюча система екологічного моніторингу на прикладі Карпатського регіону / О. М. Адаменко // Укр. геогр. журн. – 1993. – №3. – С. 8–14.
2. Адаменко Я. О. Структура будови баз даних екологічної інформації / Я. О. Адаменко // Традиційні енергоресурси та екологія України. – К., 1996. – С. 111–123.
3. Адаменко О. М. Екологічний аудит територій / О. М. Адаменко, Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ, 2000. – 342 с.
4. Міщенко Л. В. Геоекологічний аудит техногенного впливу на довкілля та здоров'я населення (на прикладі регіону Покуття): автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук / Л. В. Міщенко. – Чернівці, 2003. – 21 с.
5. Міщенко Л. В. Система екологічного менеджменту і аудиту (СЕМА) як одна з передумов екологічної політики держави / Л. В. Міщенко // І-й Всеукраїнський з'їзд екологів, 4–7 жовтня 2006 р.: тези доповідей. – Вінниця, 2006. – С. 323.
6. Рудько Г. І. Екологічний моніторинг геологічного середовища / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – Львів, 2001. – 245 с

УДК 550.42

Л. В. Міщенко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА КОМПОНЕНТІВ ДОВКІЛЛЯ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

На приграничній території Закарпатської області, яка входить до складу Карпатського Євросередині, виконано екологічний аудит стану компонентів навколишнього природного середовища – геоморфосфери, ґрунтового покриву, поверхневих та ґрунтових вод, атмосферного повітря і ландшафтів – методами еколого-геохімічного оцінювання забруднень важкими металами, радіонуклідами, пестицидами, нафтопродуктами. Запропоновані заходи оптимізації екологічної ситуації в регіоні.

Ключові слова: геоморфосфера, ґрунтовий покрив, забруднення.

На приграничній території Закарпатської області, которая входит в состав Карпатского Евросередині, произведен экологический аудит состояния компонентов окружающей природной среды – геоморфосферы, почвенного покрова, поверхностных и ґрунтовых вод, атмосферного воздуха и ландшафтов – методами эколого-геохимического оценивания загрязнений тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами, нефтепродуктами. Предложены мероприятия оптимизации экологической ситуации в регионе.

Ключевые слова: геоморфосфера, почвенный покров, загрязнение.

On prigranichniy territory of the Zaccarpatscoi region which enters in the complement of Carpathians European Region, executed ecological audit of being of components of natural environment – geomorfosferi rґountovogo cover, superficial and rґountovih waters, atmospheric air and landscapes – by the methods of eколого-geochemical evaluation of contaminations by heavy metals, radionouclidami, pesticides, naftoproductami. Offered measures of optimization of ecological situation in a region.

Keywords: geomorfosfera, soil pollution

Актуальність теми. Приграничні території України мають особливий статус. Закарпатська область – одна з таких адміністративних територіальних утворень, що входить до Карпатського Євросередині разом з приграничними воєводствами Польщі, землями Словаччини і Угорщини, повітами Румунії. Наші сусіди вже є членами Європейського Союзу, а Україна тільки планує вступити. Для цього необхідно у всіх сферах соціально-економічного життя досягти європейських стандартів. Це стосується і екологічного стану довкілля. Тому оцінка компонентів навколишнього природного середовища Закарпаття з метою наближення його до вимог ЄС є актуальною проблемою.

Із історії досліджень. Визначення сучасної екологічної ситуації територій виконуються методами екологічного аудиту, згідно Закону України «Про екологічний аудит». Такі роботи розпочалися з ландшафтних методів оцінки стану довкілля Л. Л. Малишевою [3], О. М. Мариничем і П. Г. Шищенком [4], А. В. Мельником [5], О. М. Адаменком [1], О. Б. Загальською [2], В. П. Палієнко [6], С. С. Попом, Ф. Д. Гамором [1], В. М. Петліним [5] та ін. І якщо на перших етапах вивчалися лише геологічне середовище, рельєф, долинно-лісові екосистеми в зв'язку з повінями в долині р. Тиси, виникненням загрози зсувів, селей, карсту, руйнування берегів і т. п., то пізніше більш уваги стали приділяти екологічному стану ґрунтового покриву, поверхневим і підземним водам, атмосферному повітрю. Дослідники почали використовувати еколого-ландшафтні методи.

© Л. В. Міщенко, 2010

Так у 2001–2003 рр. при виконанні проекту ЄС TACIS «Вдосконалення транскордонної системи збереження природи Верховини» проведені геоecологічні дослідження на території Закарпатської області. У польових роботах брали участь керівник проекту О. М. Адаменко, відповідальний виконавець Л. В. Міщенко, асистенти М. Г. Грицюк, Д. О. Зорін та студенти-практиканти.

На площі біля 12,8 тис. км² була розташована мережа з 152 точок спостережень, 17 з яких входять до Карпатського Єврорегіону (рис. 1). Точки спостережень рівномірно охоплюють Закарпатську область. Робочий масштаб польових досліджень 1: 300 000.

Результати досліджень. *Геоморфологія.* Закарпаття – це переважно гірська область, оскільки не менше 4/5 її території займають гори та передгір'я. Лише на південному заході розташована низинна рівнина. Формування рельєфу Закарпатської області відбувалося при взаємодії двох протилежних сил: внутрішніх і зовнішніх. Сили внутрішніх процесів Землі створили основні нерівності поверхні області – морфоструктури, а екзогенні сили, зумовлені дією поверхневих вод, льодовиків, живих організмів тощо, діючи на ці морфоструктури, урізноманітнили їх, утворивши форми рельєфу, які називаються морфоскульптурами [6].

Морфоструктури Закарпатської області надзвичайно різноманітні. Північно-східну гірську частину області складають Верховинська, Полонинська та Мармароська морфоструктури, що входять до складу Зовнішніх флішових Карпат. З південного заходу вони обмежені Пенінською морфоструктурою, яка є перехідною ланкою між Внутрішніми та Зовнішніми Карпатами. Передгір'я та рівнинну територію області займає Закарпатська морфоструктура, що в геоструктурному відношенні відповідає Закарпатському внутрішньому прогину. На південному заході розташована Панонська морфоструктура, яка є частиною обширного Панонського серединного масиву.

Екологічний стан ґрунтового покриву. Ґрунтовий покрив Закарпатської області сформувався під дією живих організмів на гірські материнські породи в різних умовах клімату, зволоження та рельєфу. Формування сучасних ґрунтів відбувалося протягом всього голоцену. За характером рослинності, рельєфу, клімату та зволоження територія області виразно поділяється на дві частини – гірську й рівнинну.

У гірській частині ґрунтоутворення відбувається за буроземним типом. Основний фактор – гірський рельєф, який перерозподіляє рослинний покрив, тепло і вологу, викликає висотну ґрунтову поясиість. Ґрунтоутворення на гірських схилах зумовлює абсолютну та відносну молодість ґрунтів, незначну потужність, розвиток природної денудації, прискорює викликану людською діяльністю площинну та лінійну ерозію.

На рівнинній частині ґрунтоутворення відбувається в умовах теплого та достатньо вологого клімату. Материнські породи тут давні та сучасні алювіальні, меншою мірою – делювіальні відклади переважно важкого механічного складу. Рівнинність рельєфу та неглибоке залягання ґрунтових вод спричиняють значне оглеєння ґрунтів, а їх утворення під лісовою рослинністю накладає на ґрунтоутворення ще й підзолистий процес. Тому використання цих ґрунтів потребує цілого ряду заходів: осушення, ліквідації кислотності, постійного та значного внесення органічних і мінеральних добрив.

На ґрунтовій схемі області виділено 28 основних ґрунтових відмін. Зупинимося на екологічній характеристиці найбільш типових за генезисом і найбільш важливих для сільського та лісового господарств.

Для визначення екологічного стану ґрунтового покриву проведено його опробування. За даними аналітичних досліджень, побудовані бази даних, що характеризують забруднення ґрунтів хімічними елементами різного ступеня токсичності. Було

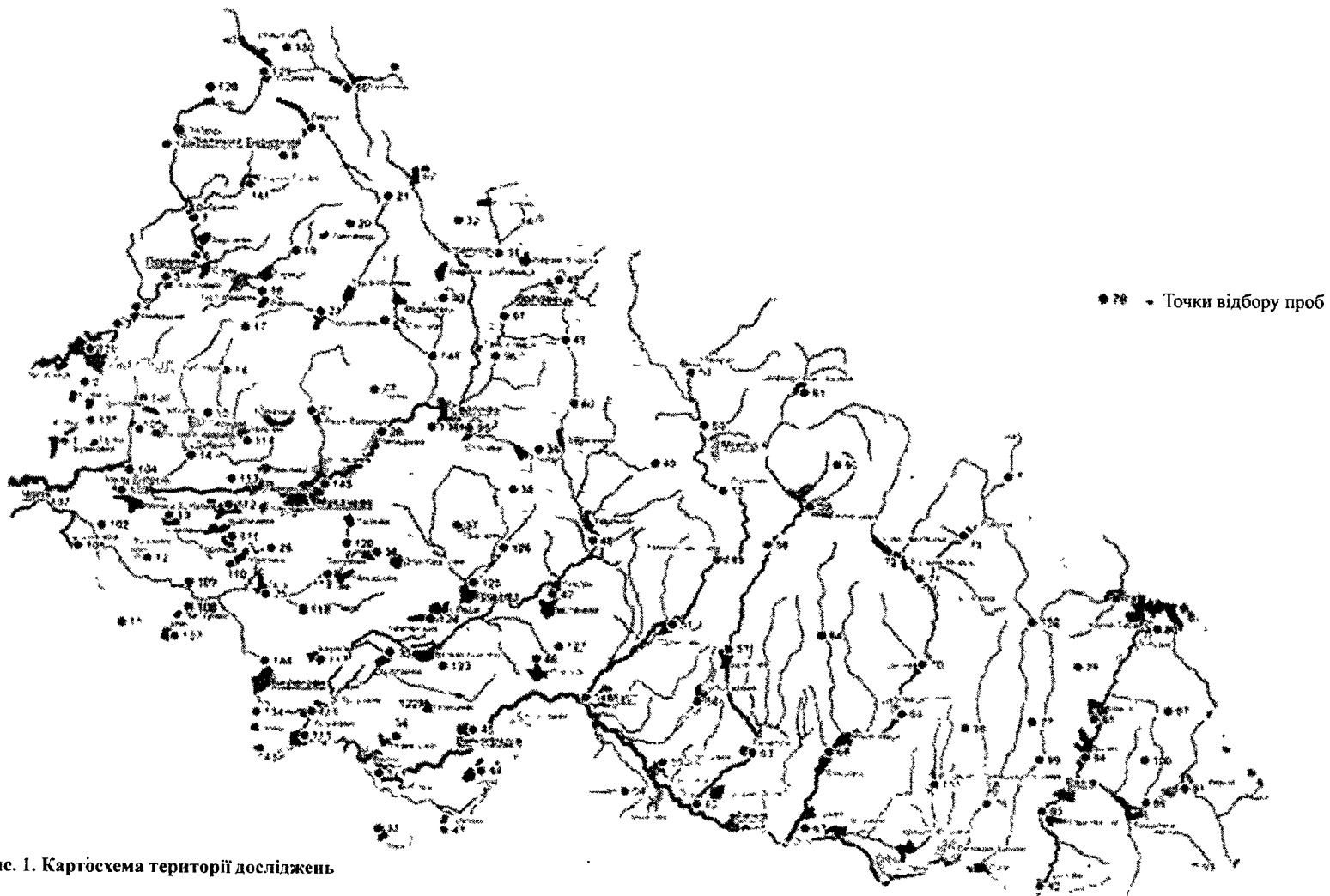


Рис. 1. Картохема території досліджень

відібрано 149 проб на вміст таких токсичних компонентів: берилію, ртуті, миш'яку, кадмію, селену, свинцю, кобальту, молібдену, стронцію, міді, цинку, нікелю, хрому, ванадію, фенолу, нафтопродуктів, хлору та SO_2 . На основі бази даних побудовані електронні (комп'ютерні) поелементні еколого-техногеохімічні карти (рис. 2).

Аналізуючи еколого-техногеохімічні карти розповсюдження берилію, міді, нікелю та молібдену в ґрунтах Закарпаття, необхідно відмітити, що найвищі концентрації спостерігаються у південній, а також південно-західній частині області (м. Солотвино і Мукачево) – точки відбору проб № 59 кс (концентрація – 12,4 мг/кг) та № 42 кс (концентрація – 18,2 мг/кг). Найбільший вміст токсичних компонентів спостерігається в точці відбору проб № 59кв, яка розташована на півдні області. Високі концентрації притаманні західним, південно-західним та частково центральним частинам даної території, де розташовані промислові підприємства м. Ужгорода, Мукачєвого, Хуста та ін., які і є основними джерелами забруднення ґрунтів.

Екологічний стан поверхневих та ґрунтових вод. Закарпатська область розміщена в найбільш зволоженому регіоні України, вкрита густою мережею річкових систем. По її території протікають 9 429 річок сумарною довжиною 19866 км. Із них 9 277 – малих річок (довжиною до 10 км), що становить близько 79 % усіх водотоків. Їх загальна довжина 16 248 км. Довжиною понад 10 км є 152 річки. Загальне протягання їх 3618 км. Річок довжиною понад 100 км лише 4. Загальна площа водного дзеркала річок, каналів, озер і ставків становить понад 15 000 га.

Уся річкова система області належить до басейну Тиси. На території Закарпаття знаходиться тільки верхня, переважно правобережна, частина басейну. Майже всі правобережні притоки беруть початок у горах, приводільній частині Українських Карпат, і протікають в основному з північного сходу на південний захід. Річки області за своїм режимом поділяються на дві групи: гірські (площа водозбору їх становить 75 % території області) та передгірнорівнинні.

Проаналізуємо екологічний стан р. Тиси. При злитті Білої та Чорної Тиси категорія якості води добра, а вже біля с. Великий Бичків вона змінюється на категорію 6 (погані). У точках відбору проб №66 та №65 біля м. Солотвино категорія якості 4 (задовільні). На наступному відтинку від Солотвино до Хуста категорія якості води в р. Тисі 5 (посередні), а ближче до кордону з Угорщиною вона змінюється на 6, що характеризує стан води, як брудну. У правих допливах р. Тиси, наприклад, у р. Уж, переважає категорія якості води добра, лише в точці відбору проб №138, біля м. Ужгорода, вона змінюється на посередню. На відміну від р. Уж, вода в р. Латориці більш забруднена, в точці відбору проб №104 (при виході з гір) категорія якості води задовільна, а в точках №112 (с. Чинадієво) та №145 (м. Мукачево) вона посередня. Переважаючими категоріями якості води для р. Ріка є добра та задовільна.

Показником якості поверхневих вод є стан донних відкладів, в яких можуть накопичуватися багато шкідливих елементів. Відбір проб донних відкладів водою і водотоків проводився автором статті для визначення вмісту ртуті, кадмію, цинку, міді, свинцю, нікелю, кобальту, молібдену, хрому, селену, заліза та алюмінію. Найвищі концентрації даних інгредієнтів спостерігаються на північному заході, південному заході та південному сході. Аналізуючи особливості розповсюдження молібдену в донних відкладах, необхідно відмітити, що найвищі концентрації містяться в точках відбору проб №41 та №116 (концентрація 0,55 мг/кг) (гора Великий Верх та с. Боржава).

Ґрунтові води – це перший від поверхні водоносний горизонт. Найбільший вміст важких металів спостерігається в точці відбору проб № 19 кв, яка розташована на заході області. Високі концентрації також містяться в точках, які прослідковуються із

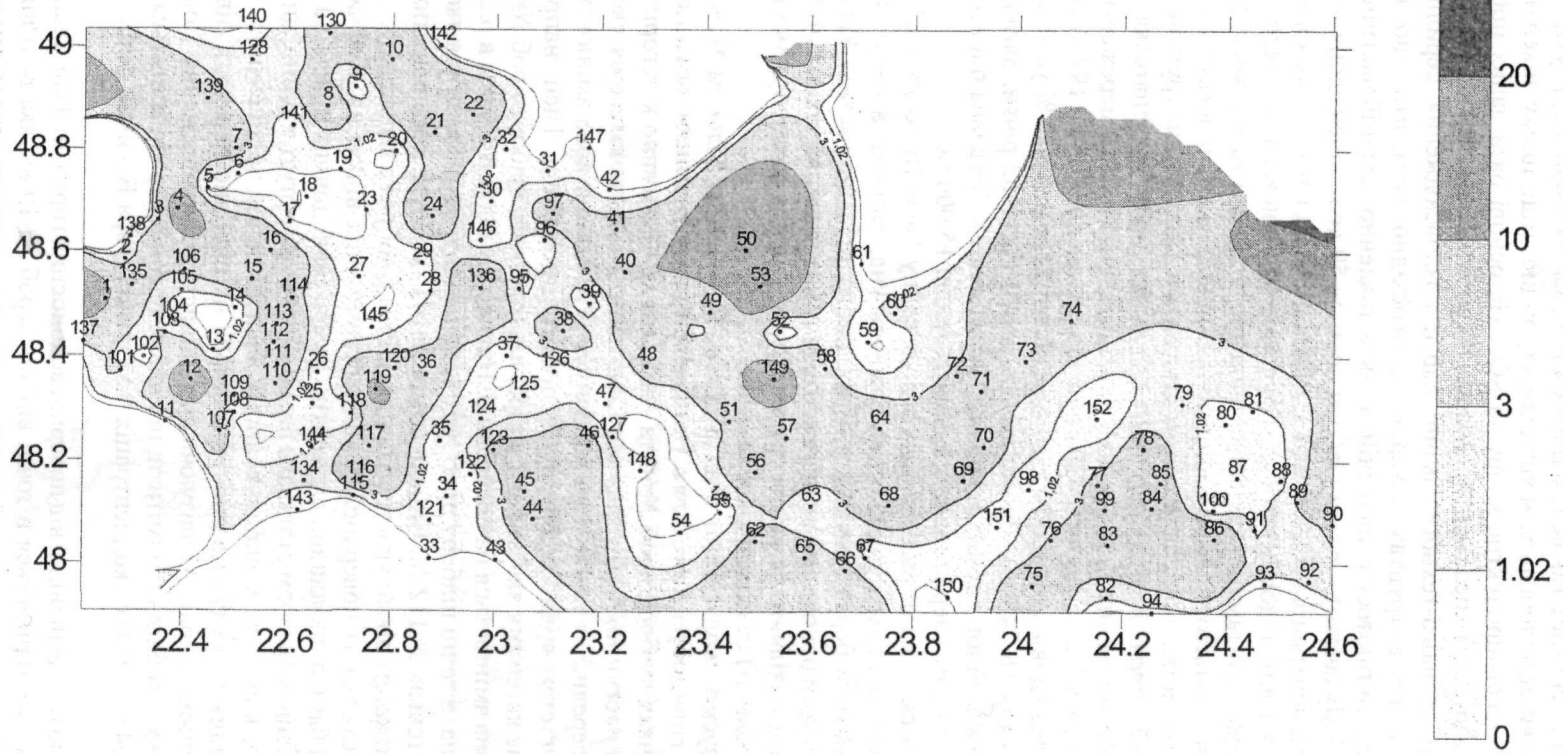


Рис. 2. Схема поширення міді (Cu) у ґрунтах Закарпатської області

північного заходу на південний схід. Наприклад, максимальна концентрація свинцю міститься в точці відбору проб №88 (концентрація $0,2 \text{ мг/дм}^3$) та №50 (концентрація $0,1 \text{ мг/дм}^3$), що розташовані біля м. Хуста та с. Майдан відповідно. Максимальна концентрація сульфатів міститься в точці відбору проб №21 (концентрація $430,9 \text{ мг/дм}^3$), а також в точках №44ке та №28ке з концентрацією $420,1 \text{ мг/дм}^3$ (район м. Мукачево).

Екологічний стан атмосферного повітря. Клімат Закарпатської області формується в результаті складної взаємодії радіаційних умов, циркуляції атмосфери та рельєфу. Радіаційний режим території характеризується значеннями річного ходу прямої, розсіяної та сумарної радіації, радіаційного балансу й альbedo. На території області найбільші значення радіації припадають на липень, найменші – на грудень. Річні значення сумарної радіації на низовині майже на 16 % більші, ніж у гірських районах. Період з додатним радіаційним балансом триває десять місяців. Із загальної кількості тепла, яку отримує поверхня області, найбільша кількість витрачається на випаровування, що свідчить про високу зволоженість. Радіаційні умови визначають особливості термічного режиму, але характер розподілу та річного ходу температури повітря і режим зволоження суттєво залежать від загальної циркуляції атмосфери та географічних факторів. Основними циркуляційними процесами формування клімату є перенос різноманітних повітряних мас, їх трансформація і утворення атмосферних фронтів, циклонічна та антициклонічна діяльність. Усі форми циркуляції зумовлюють перевагу переносу повітряних мас з Атлантичного океану над переносом континентального повітря зі сходу. Наявність Карпат суттєво впливає на хід циркуляційних процесів, особливо на розповсюдження повітряних мас, швидкість і напрям переміщення атмосферних фронтів, виникнення місцевих циклонів.

Вивчення екологічного стану атмосферного повітря проводилося нами за допомогою аналізу відібраних проб. Точки відбору були приурочені до обраної мережі спостережень, яка більш-менш рівномірно охоплює територію області (рис. 1).

За пробами атмосферного повітря визначався вміст кисню, азоту, вуглекислого газу, завислих речовин, бензину, толуолу, ксилолу, ацетону, бензолу, аміаку, фенолу, хлору, H_2S , CO , SO_2 , NO_2 та важких металів As, Hg, Cd, Se, Pb, Cu, Zn, Ni, Co, Mo, Cr, Fe. Перевищення ГДК спостерігається по таких елементах: миш'яку – в 4 рази, ртуті – 6 разів, кадмію – 3,6 разів, селену – 6 разів, свинцю – 34 рази, міді – 4,5 рази, цинку – 36 разів, нікелю – 4 рази, кобальту – 3 рази, молібдену – 5 разів, хрому – 3 рази та заліза – 9 разів.

Максимальна концентрація миш'яку спостерігається в точці відбору проб №19ке (концентрація $12,8 \cdot 10^{-5} \text{ мг/м}^3$), що знаходиться у північно-західній частині даної території (м. Ужгород). Це пояснюється тим, що в місті розташовані промислові об'єкти, які забруднюють атмосферне повітря. Найнижчі концентрації характерні для центральної та південно-східної частин області. Підвищені концентрації кадмію відзначаються в точках відбору проб №42ке ($25,8 \cdot 10^{-5} \text{ мг/м}^3$), яка знаходиться на заході досліджуваної території (м. Мукачево), №47 – в центрі області (с. Луково), №75 – на півдні (с. Великий Бичків) із концентрацією $24,3 \cdot 10^{-5} \text{ мг/м}^3$. Найнижчі концентрації спостерігаються на півночі та південному сході. Максимальна концентрація ртуті ($13,6 \text{ мг/м}^3$) знаходиться в точці №42ке (м. Мукачево). Найбільший вміст міді та цинку спостерігається в точках №19ке (м. Ужгород), №6 (с. Перечин) та №7 (с. Дубиничі). Максимальна концентрація свинцю ($18,3 \text{ мг/м}^3$) міститься в точці №19ке (м. Ужгород), а селену – точці №36 (с. Луг). Отже, високий вміст важких металів притаманний західним та південно-західним регіонам області.

Найбільший вміст фенолу міститься в точці №19ке (концентрація $0,09 \text{ мг/м}^3$) та 53ке (концентрація $0,07 \text{ мг/м}^3$), а хлору в точках №72 (с. Руська Мокра) з концентрацією

0,13 мг/м³, №19ке, №53ке та №65 з концентрацією 0,12 мг/м³. Високий вміст аміаку міститься в точках №34, №35 (концентрація 0,9 мг/м³) та №36 (концентрація 1,1 мг/м³), які розташовані у південно-західній частині області. Найбільші концентрації оксиду азоту спостерігаються в точках №53 та 42, які знаходяться у північній частині території, а також у точках №121, №33 – у південно-західній частині та №59ке, яка розташована на півдні.

Ландшафти Закарпаття належать лише частково до низинних, а здебільшого це–гірські [6]. Охарактеризуємо ландшафтні яруси Закарпаття. Заплавно-нижньотерасовий ярус включає річкові заплави, перші, другі та треті тераси в річкових долинах. Усі вони становлять певну географічну єдність, утворюючи більш-менш широкі днища долин. Ярус утворений алювіальними, глинисто-піщаними та галечниковими відкладами. До нього стікають поверхневі, а також підземні води, тому він завжди перезволожений, а місцями, на заплавах, навіть заболочений. У низов'ях долин цей ярус широкий, а в горах звужується, особливо в місцях, де ріки перегинають гірські хребти.

Середньотерасовий ландшафтний ярус складається, в основному, із четвертих і п'ятих надзаплавних терас, які простягаються більш-менш широкими смугами вздовж підніжжя Вулканічного хребта і займають значну частину Солотвинської улоговини. Але вздовж поперечних долин Закарпаття – Ужа, Латориці, Боржави, Ріки, Терєблі, Терєсви і Тиси – вони вузькі та фрагментальні.

Високотерасовий ландшафтний ярус найбільш поширений у міжгірських пониженнях. Місцевості цього ярусу сильно почленовані балками, подекуди ярами та особливо численними складними зсувами, яким сприяють близьке залягання водотривких глинистих сланців і великі суми атмосферних опадів.

Ярус пологосхилових низькогірних хребтів, що піднімаються у середньому до 1000 м, вкритий на значних площах лісами. Крутизна схилів цього ярусу звичайно не перевищує 20°, але вони досить інтенсивно почленовані балочними ерозійними формами та зворами невеликих потічків, отже, мало придатні для орних земель. Залежно від того, якими породами складені хребти, поділяють ярус на такі місцевості: місцевості на вивітрених породах Вулканічного хребта, місцевості на дрібноритмічному глинисто-піщаному фліші хребтів Кросненської зони в межах Воловецько-Верховинського низькогір'я, місцевості на твердих пісковицях [6].

Висновки. На ландшафтну основу Закарпатської області ми нанесли аналітичні дані з забруднення, і, таким чином, побудували карту геоекологічного районування з виділенням цілого ряду геоекологічних структур регіонального і локального ієрархічних рівнів. У цілому територія Закарпатської області екологічно чиста. Окремі забруднені ділянки з перевищенням кларкових і регіональних фонових вмістів зустрічаються дуже рідко, лише поблизу м. Ужгород, Мукачево, Хуст. Отже, Закарпаття – це одна з екологічно найбезпечніших областей України, де зберігаються прекрасні умови для оздоровлення населення, курортного лікування, розвитку туристичної індустрії.

Бібліографічні посилання

1. Адаменко, О. М. Екологія міста Івано-Францівська / О. М. Адаменко, Є. І. Крижанівський, Є. М. Нейко та ін. – Івано-Франківськ, 2004. – 200 с.
2. Загульська, О. Б. Ландшафти Західного Поділля і Українських Карпат / О. Б. Загульська // Путівник екскурсії Міжнародної наукової конференції «Ландшафтознавство: традиції і тенденції», 8–12 вересня 2004 р. – К., 2004. – 46 с.

3. **Малишева, Л. Л.** Геохімія ландшафтів: навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / Л. Л. Малишева. – К., 2000. – 472 с.
4. **Маринич, О. М.** Фізична географія України / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К., 2006. – 511с.
5. **Мельник, А. В.** Особливості сучасного екологічного стану геокомплексів Українських Карпат / А. В. Мельник // Вісник Львівськ. ун-ту. Серія географічна. – 2003. – Вип. 29, ч. II. – С. 214–221.
6. **Палієнко, В. П.** Загальне геоморфологічне районування території України / В. П. Палієнко, М. Є. Барщевський, С. Ю. Бортник та ін. // Укр. Географ. журн. – 2004. – №1. – С. 3–11.

Надійшла до редколегії 12.12.09

УДК: 631.58 (477.63)

А. С. Горб

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПОЖНИВНОГО ПЕРІОДУ НА ДНІПРОПЕТРОВЩИНІ

На основі статистичних даних за період 1963–2000 рр. досліджуються світловий, радіаційний, термічний та вологісний режими для вирощування пожнивних культур на Дніпропетровщині

Ключові слова: Дніпропетровщина, пожнивний період, радіаційний, термічний, вологісний режим.

На основании статистических данных за период 1963–2000 гг. исследуется световой, радиационный, термический и влажностный режимы для выращивания пожнивных культур на Днепропетровщине.

Ключевые слова: Днепропетровщина, пожнивный период, радиационный, термический, влажностный режим.

Based on statistics for the period 1963–2000. investigated light, radiation, thermal and moisty modes for growing stubble crops in Dnipropetrovsk.

Keywords. Dnipropetrovsk region, stubble period, radiation, thermal, moisty modes.

Відомо, що серед факторів, які впливають на ріст і розвиток рослин, одне з провідних місць займають абіотичні – світловий режим, сонячна радіація, тепло й волога [2].

Кліматичні умови є суттєвим фактором впливу на різні галузі народного господарства, особливо сільського. Для раціонального використання кліматичних ресурсів, ефективного розміщення сільськогосподарських культур необхідно знати взаємодію основних факторів впливу, тривалість їх дії з реакцією рослин, тобто. В яких випадках кліматичні умови будуть сприяти росту та розвитку рослин, а в яких – пригнічувати.

Дніпропетровщина характеризується достатньо високим потенціалом світлових і теплових ресурсів, у зв'язку з чим період вегетації багатьох основних сільськогосподарських культур, особливо зернових, закінчується уже в червні та на початку липня. На цей час кількість теплових ресурсів до середини осені є ще такою, що може забезпечити вирощування окремих культур в якості пожнивних [1].

Видовий склад сільськогосподарських культур, придатних для вирощування у пожнивний період, визначається двома основними факторами – агро-кліматичними

особливостями періоду й біологічними потребами культури – вимогливістю до певних умов середовища [2].

Значна кількість сільськогосподарських культур, які вирощують на Дніпропетровщині, можуть використовуватися для вирощування у поживний період: різні види трав, зернові на зелений корм худобі та на виготовлення силосу (жито, пшениця, кукурудза), овочеві (картопля, огірки, кабачки, редис), зеленні культури (кріп, салат) тощо.

Загальноприйнятим методом оцінки кліматичних і зокрема агро- кліматичних умов, є порівняння характеристик клімату, отриманих за тривалий період, з потребами в них тієї чи іншої культури.

Для оцінки агрокліматичних ресурсів поживного періоду необхідно визначити його межі – початок, кінець і тривалість. У даному дослідженні

використані статистичні дані кліматичних характеристик, отримані мережею діючих на Дніпропетровщині дев'яти метеорологічних станцій [1].

Фактичним початком поживного періоду є час збирання основних культур. Але, враховуючи те, що видовий та сортовий склад основних культур, що вирощуються в області, різномірний, а їх визрівання та збирання залежать від погодних та господарських умов, за початок поживного періоду беруться певні календарні дати, які більш-менш повно охоплюють період закінчення жнив основних культур.

На Дніпропетровщині середня дата початку поживного періоду припадає на 7–12 липня (таблиця 1). Закінчення поживного періоду обмежується датами стійкого переходу середньодобових температур через 5°С у бік зниження.

Таблиця 1

Тривалість поживного періоду й середні значення кліматичних характеристик

Метеостанція	Дата свіби поживних культур	Тривалість поживного періоду, дні	Суми температур, °С	Тривалість сонячного сяйва, години	Сумарна сонячна радіація, ккал/см ²	ФАР, ккал/см ²	Кількість опадів, мм
Холодостійкі культури							
Комісарівка	12.07	110	1690	868	51,5	25,0	155
Губиниха	12.07	108	1700	865	51,0	25,5	160
Кр. Ріг	10.07	116	1860	881	52,1	26,0	143
Лошкарівка	09.07	117	1865	885	52,2	26,1	140
Дніпропетровськ	10.07	114	1790	869	49,8	25,0	145
Павлоград	10.07	114	1755	856	50,9	25,8	153
Синельникове	09.07	112	1770	873	50,6	25,2	142
Чаплине	08.07	113	1740	847	51,0	25,2	163
Нікополь	07.07	121	2000	886	51,5	25,7	134
Теплолюбні культури							
Комісарівка	12.07	87	1560	753	49,4	22,7	135
Губиниха	12.07	86	1540	750	48,8	22,5	141
Кр. Ріг	10.07	93	1670	752	50,0	23,1	123
Лошкарівка	09.07	94	1670	760	50,1	23,1	121
Дніпропетровськ	10.07	92	1600	755	48,0	22,1	124
Павлоград	10.07	91	1560	756	48,7	22,7	133
Синельникове	09.07	90	1600	763	48,6	22,2	120
Чаплине	08.07	92	1680	747	49,0	22,2	141
Нікополь	07.07	98	1725	750	49,5	22,6	120

У теплолюбних рослин закінчення вегетаційного періоду обмежується переходом температури через 10°C , чи датою першого заморозку, що скорочує тривалість поживного періоду на 10–20 днів і зменшує суми тепла на $60\text{--}100^{\circ}$. Таким чином середня тривалість поживного вегетаційного періоду для холодостійких культур змінюється від 116 до 121 днів у південних районах області до $108\text{--}114$ днів північних, а для теплолюбних культур відповідно від $92\text{--}98$ до $86\text{--}90$ днів.

Відомо, що рослини проходять світлову стадію розвитку. Тривалість цього періоду впродовж доби визначається тривалістю світлового дня. Однією з характеристик світлового режиму є тривалість сонячного сяйва (ТСС), тобто час, впродовж якого сонячне проміння освітлює дану територію. У безхмарних умовах ТСС дорівнює проміжку часу від сходу до заходу Сонця. За середніх умов стану атмосфери фактична ТСС залежить від режиму хмарності та прозорості атмосфери. На території області ТСС поживного періоду, наприклад, для холодостійких культур змінюється з півдня на північ від 886 до 865 годин, з деяким зменшенням у районах міст Дніпропетровська та Павлограда.

Видовий та сорговий склад поживних культур залежить від надходження сонячної радіації, важливою складовою якої є фотосинтетично активна радіація (ФАР). обмежена світловою частиною сонячного спектра $0,38\text{--}0,71$ мкм. Найбільші значення ФАР поживного періоду для холодостійких культур (26 ккал/см²) відмічаються у південно-західних районах області, а північних і в зоні впливу на атмосферу великих міст, зменшуються до 25 ккал/см².

Серед кліматичних факторів, без яких неможливе існування рослин, визначальним при оцінці сільськогосподарської цінності клімату, є термічний режим. Температура регулює процес обміну речовин, ріст і розвиток рослин. Однією з характеристик теплового режиму є сума активних температур, яка необхідна для розвитку тієї чи іншої культури. Найбільш швидкостиглим кормовим поживним культурам для досягнення кормової стиглості (ознакою якої є фаза цвітіння) необхідно $1,5\text{--}2$ місяці й сума тепла біля 1000°C . Отже, там де після збирання основної культури до кінця вегетаційного періоду залишається менша сума температур, вирощування повноцінного врожаю, навіть швидкостиглих культур, тепловими ресурсами не забезпечено.

Суми температур поживного періоду холодостійких культур змінюються від 1860 до 2000°C у південних районах Дніпропетровщини, до $1690\text{--}1700^{\circ}\text{C}$ у північних.

Названі суми тепла достатні для вирощування у поживний період таких культур, як просо (потреба в теплі $1000\text{--}1500^{\circ}\text{C}$), сорго на силос ($1250\text{--}1600^{\circ}\text{C}$), суданська трава ($1600\text{--}1800^{\circ}\text{C}$), могар на зерно ($1500\text{--}1800^{\circ}\text{C}$), на силос ($1000\text{--}1200^{\circ}\text{C}$), горох ($700\text{--}1000^{\circ}\text{C}$), картопля ($600\text{--}700^{\circ}\text{C}$) та інші.

Важливою агрокліматичною характеристикою, що впливає на тривалість поживного періоду, є осінні заморозки, які у південних районах області починаються у першій декаді жовтня, а північних – на $7\text{--}10$ днів раніше.

Питання забезпеченості поживних культур вологою стоїть гостріше порівняно з весняними посівами, які використовують вологу, накопичену за осінньо-зимово-весінній період. На час посіву поживних культур запаси продуктивної вологи в ґрунті значно знижені, а інколи виснажені до мінімуму, тому врожай поживних культур часто залежить від атмосферного зволоження періоду вегетації. Для оцінки умов зволоження вихідними величинами є суми опадів. Слід зазначити, що вимоги рослин до зволоження різні залежно від фази розвитку. Зазвичай для вирощування поживних культур необхідно $150\text{--}200$ мм опадів, а їх фактична сума за цей період

становить у середньому 130–160 мм, що в окремі роки може проявитись у недоборі врожаю. Для проростання та повноцінного розвитку рослин поживного періоду необхідно щоб у 20-ти сантиметровому шарі ґрунту запаси продуктивної вологи становили 20–30 мм.

З аналізу табл. 1 слідус, що, практично, вся територія Дніпропетровщини придатна для вирощування поживних культур. Особливо придатними для вирощування у поживних умовах є культури короткого періоду вегетації та ті, що дають значний приріст зеленої маси в ранні фази розвитку й при знижених осінніх температурах. У господарському відношенні найбільш рентабельними є культури, що йдуть на корм тваринам. Кормові культури можуть використовуватись у будь-якій фазі розвитку (на сіно, зелений корм, силос), а непередбачені зміни погодних умов у гірший бік можуть вплинути лише на кількісні показники врожаю. Крім того, як зазначає автор [2], бобові та інші культури можуть використовуватись. В якості сидератів для збагачення ґрунту поживними речовинами, посилення біологічної активності та покращення фізичних властивостей ґрунтів.

Бібліографічні посилання

1. Горб А. С. Клімат Дніпропетровської області. Монографія / А. С. Горб, Н. М. Дук. – Д., 2006. – 204 с.
2. Смирнов В. А. Поживные культуры и климат / В. А. Смирнов. – Л., 1960. – 9 с

Надійшла до редколегії 20.12.09

УДК 556.04:33(477.63)

А. С. Горб, К. Ф. Мороз

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ФІНАНСОВА ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розраховано фінансовий потенціал водних ресурсів річок, великих водосховищ та підземних вод Дніпропетровської області.

Ключові слова: Дніпропетровщина, водні ресурси, фінансова оцінка.

Выполнена оценка финансового потенциала водных ресурсов рек, крупных водохранилищ и подземных вод Днепропетровской области.

Ключевые слова: Днепропетровщина, водные ресурсы, финансовая оценка.

The estimation of financial potential of water resources of the rivers, large water basins and underground waters of the Dnepropetrovsk area is executed.

Keywords: Dnipropetrovsk region, water resources, financial mark.

Дніпропетровщина має значний потенціал природних ресурсів, серед яких найбільш цінними для економіки області є водні, оскільки водозабезпечення населених пунктів, промислових і сільськогосподарських підприємств, функціонування гідроенергетичних об'єктів, водного транспорту здійснюється за їх рахунок. Живописні узбережжя річок та величаві акваторії водосховищ приваблюють не тільки місцеве населення, а й заїжджих туристів.

© А. С. Горб, К. Ф. Мороз, 2010

Однією з актуальних сучасних задач географії є всебічне вивчення природних ресурсів, рекреаційна та економічна оцінка, покращення екологічного стану тощо.

У [2] виконано рекреаційну оцінку окремих видів природних ресурсів, серед яких значну увагу приділено водним, як найбільш привабливим об'єктам території області.

Для планових органів, організаторів туристичної сфери, потенційних інвесторів важливою може бути фінансово-економічна оцінка водних ресурсів. Саме цій проблемі присвячена дана робота.

Для проведення економічної оцінки водних ресурсів Дніпропетровської області обрано методику, яка ґрунтується на обчисленні їхнього потенціалу на основі нормативних кадастрових цін за 1 м³ поверхневих та підземних вод [4]. Особливостями даної методики дослідження гідрографічних ресурсів є використання стандартизованих таблиць, застосування ПК для обробки відповідної інформації, використання нормативних значень коефіцієнтів, наведених авторами методики.

Нижче наводяться основні складові методики економічної оцінки водних об'єктів: річок, водосховищ, підземних вод, бо саме вони мають найбільшу економічну цінність для Дніпропетровської області.

Економічна оцінка водних ресурсів розрахована за формулою 1 [4]

$$P_{BP} = \sum (E_K \cdot T_K \cdot (K_y + K_e) \cdot K_2 \cdot V_{cm}), \quad (1)$$

де P_{BP} – потенціал водних ресурсів (грн.); E_K – нормативні кадастрові ціни за 1 м³ поверхневих чи підземних вод (грн./м³); T_K – термін капіталізації (роки); K_y – коефіцієнт, що характеризує якісний стан водойми; K_e – коефіцієнт, який враховує екологічну цінність водойми;

$$K_T = K_y + K_e,$$

K_2 – коефіцієнт, який враховує функціональне використання водного об'єкту; V_{cm} – обсяги стоку водних об'єктів (млн. м³/рік).

Необхідні для розрахунку дані для зручності зведені до табл. 1.

Таблиця 1

Розрахунки потенціалу водних ресурсів Дніпропетровської області за складовими формули (1) станом на 2008 рік

Складова водних ресурсів Дніпропетровської області	E_K (грн./м ³)	Термін капіталізації (р)	K_T		K_2	V_{cm} (тис. м ³ /рік)	P_{BP} (млрд. грн)
			K_y	K_e			
	2	3	4	5	6	7	8
2) Середні ріки, довжина =10-100 км (Самара, Вовча, Солона, Бик, Орель, Інгулець)	0,1316	10	1,0	1,0	3,3	1530000	13,29
3) Дрібні ріки, довжина <10 км ²	0,1062	10	1,0	1,0	1,3	870000	2,4
4) Підземні води	0,1938	10	1,5	2,0	1,0	300000	2,035
5) Великі водосховища, площа > 400 км ² (Дніпродзержинське, Дніпровське, Каховське)	0,1522	10	0,5	1,0	9,5	153400000	3327,02
Сума потенціалу водних ресурсів Дніпропетровської області							5756,655

Графа 1 (табл. 1) заповнювалася згідно класифікації, наведеної в [3], з урахуванням економічного значення видів водних ресурсів. Тобто з усіх видів водних ресурсів Дніпропетровської області обліку підлягають найбільш значимі, які приносять прибуток та можуть бути оцінені економічно (великі, середні та дрібні ріки, великі водосховища, підземні води). Не враховувалися дрібні водосховища, болота та ставки.

Графа 2 « E_k (грн. / m^3)» заповнювалася згідно нормативних кадастрових цін водних ресурсів [1].

Графа 3 «Термін капіталізації (р)» заповнювалася згідно з прийнятою величиною 10 років [4].

Графа 4 « K_x » заповнювалася згідно нормативних значень коефіцієнта K_x , який характеризує якісний стан водойми: чисті водні ресурси – 1,5 бали; забруднені – 1,0; дуже забруднені – 0,5 бала.

Графа 5 « K_e » заповнювалася згідно нормативних значень коефіцієнта K_e , який враховує екологічну цінність водойми: унікальні водні ресурси – 2,0 бали; цінні – 1,5 бали; типові – 1,0 бал.

Графа 6 « K_z » заповнювалася згідно нормативних значень коефіцієнта K_z , який враховує функціональне призначення водного об'єкта: гідроенергетика – 2,0 бали; транспорт – 1,5; рекреація – 1,5; водозабезпечення промислових підприємств – 1,2; водозабезпечення населення – 1,0; водозабезпечення сільськогосподарських підприємств – 1,0; зрошення – 0,8; рибне господарство – 0,5.

Таблиця 2

Розрахунки коефіцієнта K_z за складовими водних ресурсів Дніпропетровської області

Напрями використання водного об'єкта	Великі ріки	Середні ріки	Дрібні ріки	Підземні води	Великі вдсх.
1	2	3	4	5	6
Водозабезпечення промислових підприємств	1,2	–	–	–	1,2
Водозабезпечення сільськогосподарських підприємств	1	1	–	–	1
Транспорт	1,5	–	–	–	1,5
Гідроенергетика	2	–	–	–	2
Зрошення	0,8	0,8	0,8	–	0,8
Рибне господарство	0,5	0,5	0,5	–	0,5
Рекреація	1,5	–	–	–	1,5
Значення K_z за об'єктами	9,5	3,3	1,3	1	9,5

Графа 7 « $V_{ст}$ (млн. m^3 /рік)» заповнюється згідно даних про водні ресурси Дніпропетровської області [3].

Графа 8 « $\Pi_{вр}$ » розрахована згідно з виразом (1) як потенціал водних ресурсів Дніпропетровської області за даними табл. 1.

Згідно проведених розрахунків економічної оцінки водних ресурсів, слід відмітити, що загальний потенціал водних ресурсів Дніпропетровської області складає 5756,655 млрд. грн. Структура потенціалу водних ресурсів Дніпропетровської області наведена на рис. 1.

З аналізу табл. 1 та рис. 1 слідує, що найбільшу частку в структурі водного потенціалу Дніпропетровської області займає вартість великих водосховищ (57,8 %),

таких як Каховське, Дніпровське, Дніпродзержинське, яка складає 3327,02 млрд. грн.; також значну вартість мають ресурси р. Дніпро, які оцінені в 2411,91 млрд. грн. (41,9 %). Нормативна кадастрова ціна за 1 м³ ресурсу водосховищ в 1,5 рази менша, ніж за 1 м³ ресурсу Дніпра, а також водосховища мають менше значення коефіцієнтів, які враховують якісний стан та екологічну цінність водойми, але загальний об'єм водосховищ, які оцінюються, більше ніж у 3 рази перевищує об'єм Дніпра у межах Дніпропетровської області.

Кількісна і якісна оцінка водних ресурсів показують, що Дніпропетровська область має обмежені можливості щодо додаткового залучення водноресурсного потенціалу до господарського обігу. Тому перспективний розвиток галузей економіки може здійснюватись на основі розробки і впровадження науково обґрунтованої системи ведення водного господарства, оптимізації водокористування, найбільш економного і раціонального використання води, переведення промислового і сільськогосподарського виробництва на маловодні технології і технології замкнутого циклу, проведення більш ефективної водоохоронної діяльності, реалізації заходів, спрямованих на охорону і відтворення водних ресурсів, здійснення протиінфільтраційних заходів, суттєвого зниження непродуктивних втрат води.

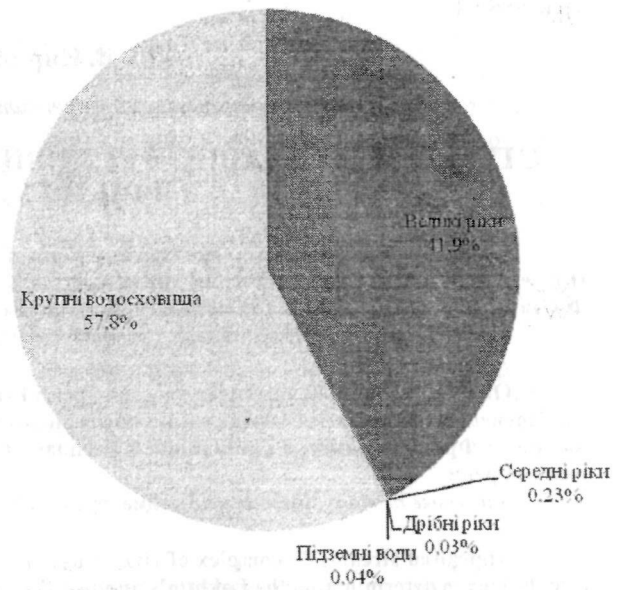


Рис. 1. Структура потенціалу (%) водних ресурсів Дніпропетровської області в 2008 році

Бібліографічні посилання

1. Водний кодекс України: Закон України від 03.06.2008. № 309-VI.
2. Горб А. С. Оцінка й дослідження рекреаційних кліматичних і гідрографічних ресурсів Дніпропетровської області / А. С. Горб, К. Ф. Мороз // Вісник Дніпропетр. уні-ту. – 2009. – Вип 11. – С. 86–90.
3. Экологические основы природопользования / Под ред. Н. П. Грицан. – 1998. – 409 с.
4. Донской Н. П. Основы экологии и экономика природопользования / Н. П. Донской, С. А. Донская. – Минск, 2000. – 308 с.

Надійшла до редколегії 22.12.09

О. В. Кирилюк

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

СТІЙКІСТЬ ЗАПЛАВНО-РУСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ БАСЕЙНУ РІЧКИ ГУКІВ

Оцінено заплашний комплекс басейну річки Гуків та побудовано відповідну картосхему. Проведено розрахунки з визначення числа Лохтіна, коефіцієнта стабільності Маккавєєва, числа Фруда, параметра Гришаніна та розпластаності русла для різних фаз водного режиму річки.

Ключові слова: стійкість, заплава, русловий комплекс.

Оценен заплашний комплекс бассейна реки Гуков и построена соответствующая картосхема. Проведены расчеты по определению числа Лохтина, коэффициента стабильности Маккавеева, числа Фруда, параметра Гришанина и распластанности русла для различных фаз водного режима реки.

Ключевые слова: устойчивость, пойма, русловый комплекс.

Appraised streamside complex of river Gukiv basin and proper map-chart is built. Conducted calculations to determination the Lokhtin's number, the coefficient of stability of Makkaveev, the Frud's number, parameter of Grishanin and river-beds rozplastanist for the different phases of the water mode.

Keywords: stability, basins, channel complex.

Постановка проблеми. Стійкість будь-якої геосистеми представляє собою інтегральний показник, який включає адаптаційні та регенеративні її властивості. Особливу роль при оцінці стійкості геосистем до різноманітних антропогенних впливів має визначення захищеності ландшафтовірних природних компонентів. Екологічний стан русел річок та їхніх заплав, повною мірою, зумовлюється структурою та функціонуванням ландшафтних комплексів долини, від чого залежить не тільки об'єм і якість стоку, але й стійкість річкових русел, екологічна напруженість у річковому басейні, продуктивність та біологічне різноманіття екосистеми. Невисока водність малих річок робить їх ерозійно-транспортуючу здатність у цілому невеликою (навіть при максимальних для рівнинних річок значеннях похилів), що проявляється зниженістю стійкості русел малих річок до антропогенних навантажень та підвищеної їх вразливості. Високий рівень розораності сприяє поглибленню ерозійних процесів на водозборі та посиленню акумулятивних процесів у річкових руслах.

Аналіз існуючих досліджень. Найвідоміші дослідження заплавно-руслових комплексів належать ґрунтознавцям та геоботанікам (В. Р. Вільямс, 1941; Р. А. Єленевський, 1936; Г. В. Добровольський, 1964, 1968, 1984), геологам (Є. В. Шанцер, 1951), гідрологам та геоморфологам (М. І. Маккавєєв, 1955; Н. Б. Барішніков, 1988; І. В. Попов, 1982; Чернов А. В., 1983; Чалов Р. С., 2008), фізико-географам (Злотіна Л. В., 1989; Роднянська Е. В., 1993; Сурков В. В., 1997) та іншим.

Ступінь вивчення проблем стійкості заплавно-руслових комплексів з позицій оцінки їх стійкості на сьогоднішній день не є достатнім. Дослідження заплавно-руслових комплексів для інших руслознавчих цілей проведені О. С. Коноваленко [4], В. Г. Смирноюю, Л. В. Горшеніною. [3].

Постановка завдання. Об'єктом дослідження виступають заплавні та руслові комплекси басейну річки Гуків. Предметом дослідження є умови прояву стійкості

заплавно-руслових комплексів. Метою роботи є оцінка заплави та річкового русла щодо їхньої стійкості за відношенням до природних та антропогенних чинників.

Виклад основних результатів дослідження. Значна частина змін на заплаві безпосередньо пов'язана з погіршенням умов життя людей, оскільки супроводжується зниженням продуктивності заплавних земель і рекреаційних можливостей заплави аж до їх ліквідації, порушенням функціонування комунікацій, промислових і комунальних об'єктів, розташованих в їх межах. Екологічний стан річкових заплав визначається процесами, що протікають як безпосередньо в річкових руслах, так і на самих заплавах, на прилеглих до них схилах долин і в межах водозбірних площ.

Для того щоб зрозуміти як на той чи інший тип руслових деформацій впливає заплавний комплекс О. С. Коноваленко пропонує давати кількісну оцінку заплави в балах (табл. 1). Для кількісної оцінки використовувалась апробована методика географічного факультету МДУ, яка була модифікована і підведена під єдиний європейський стандарт, згідно з Водною Рамковою Директивою ЄС [2, 4].

Таблиця 1

Кількісна оцінка заплави [4]

Заплава відсутня, заплава у природному стані	0–10 %	1	відмінний
Заплава використовується під с/г угіддя	10–30 %	2	добрий
Заплава забудована	30–60 %	3	задовільний
Наявність гідротехнічних споруд в заплаві	60–90 %	4	поганий
Видозмінена заплава	> 90 %	5	дуже поганий

Заплави, що знаходяться у природному стані відповідають референційним (первинним) умовам за ВРД [2]. Розорювання заплави змінює режим стоку води і наносів, приводить до зміни направленості руслових деформацій. Дамби обвалування стискають на значній відстані потік під час паводків, що різко змінює їх дію на русло. Так, наприклад, при проходженні руслоформуючих витрат у межах заплавних брівок, форма русла і його заплавний рельєф суттєво не змінюватимуться.

Відповідно до вище викладеного нами оцінено заплавний комплекс басейну річки Гуків (таблиця 2) та побудовану картосхему (рис. 1).

Таблиця 2

Оцінка заплавного комплексу басейну річки Гуків

Характеристика заплави	Бальна оцінка	Кількісна оцінка, %
Заплава відсутня, заплава у природному стані	1	27,7
Заплава використовується під с/г угіддя	2	31,1
Заплава забудована	3	29,7
Наявність гідротехнічних споруд у заплаві	4	11,5
Видозмінена заплава	5	0

Будівництво сільських поселень на заплавах, не дивлячись на небезпеку постійних затоплень, поширене і викликане різними причинами. Використання заплав під ріллю для вирощування зернових і городніх культур, баштани і сади спричиняє за собою відкриття заплавної поверхні і знищення на ній дернового покриття, що захищає її від розмиву водами повеней або паводків.

Пасовища – традиційний вид використання заплавних земель. При оптимальному співвідношенні площі луків і кількості худоби його випас нешкідливий для за-

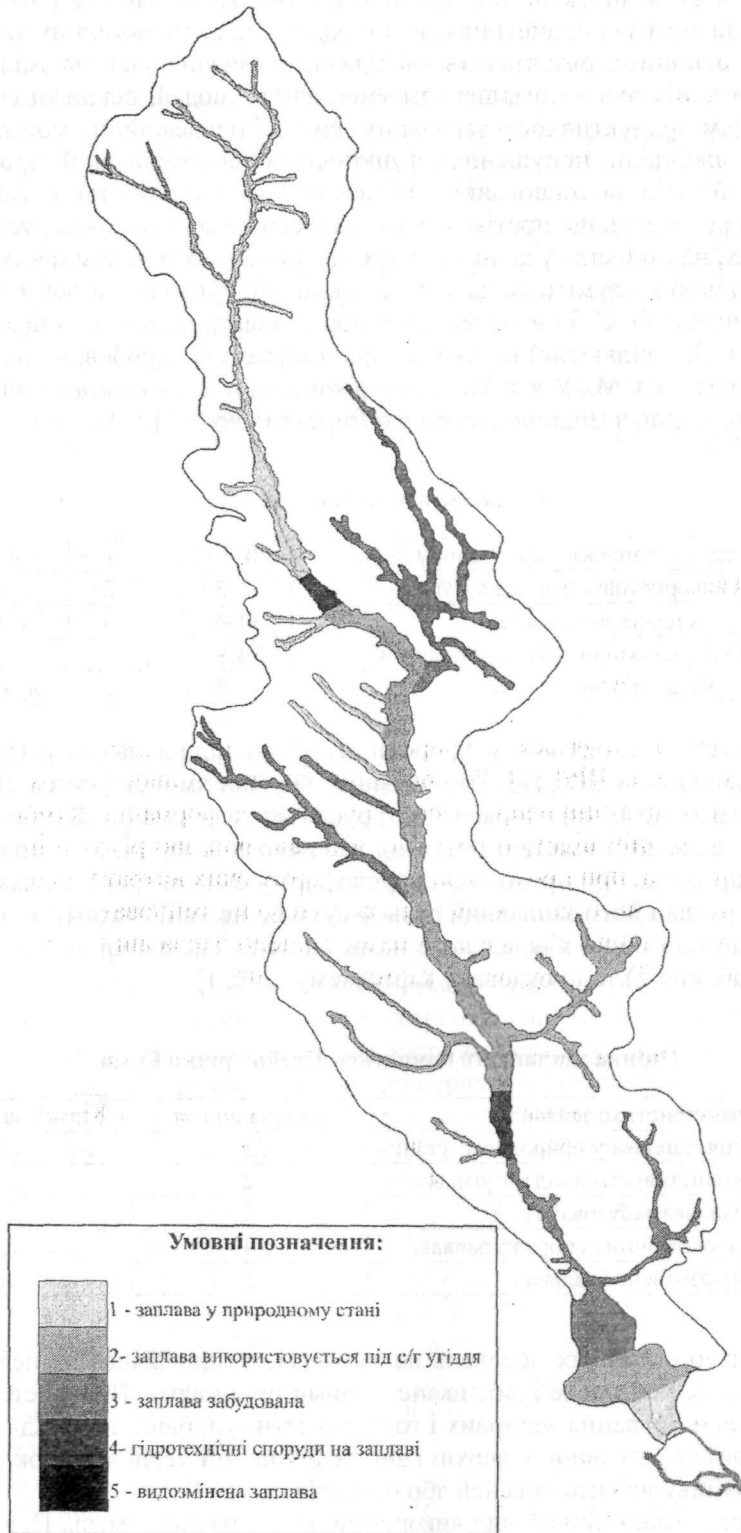


Рис. 1. Оцінка заплавних комплексів басейну річки Гуків

плави. Проте через зростання навантаження на заплавні луки цей вид використання також виявляється екологічно несприятливим.

Суттєво впливають на формування заплави лише екстремальні паводки, які в нових умовах не завжди затоплюють заплаву і, відповідно, спричиняють інтенсивний розмив русла. Стійкість же річкових заплав визначається двома чинниками – умовами проходження русло формуючих витрат води та механічного складу заплави (табл. 3).

Таблиця 3

Оцінка стійкості річкових заплав [1]

Характеристика заплав	Умови проходження руслоформуючих витрат води						Нижче заплавлених брівок
	Вище заплавлених брівок						
	Забезпеченість, %	Продовжуваність затоплення, дні	Забезпеченість, %	Продовжуваність затоплення, дні	Забезпеченість, %	Продовжуваність затоплення, дні	
	< 0,5	< 1	0,5 – 1,0	1 – 10	> 1	> 10	
З переважанням алювію важкого механічного складу	Дуже стійкі		Дуже стійкі		Відносно стійкі		Дуже стійкі
З переважанням алювію легкого механічного складу	Середньостійкі		Слабостійкі		Нестійкі		Відносно стійкі

Береги річки Гуків на ділянці у середній течії (рис. 2) розмиваються дуже сильно, що залежить від геологічної будови та висоти уступу. У цілому для річки характерна поступова зміна берегів з різною інтенсивністю розмиву: від дуже сильного до слабого (від дуже сильного – вертикального обриву до слабого – дрібно ступінчастого уступу з розрідженою рослинністю) залежно від розташування стрижня потоку. Більш високі береги піддаються впливу потоку тільки в нижній частині – потік вививає у зоні контакту ґрунт, вище лежача товща падає до річки.



Рис. 2. Приклад активної ерозійної діяльності на ділянці річки Гуків

Стійкість русла, як інтегральна характеристика інтенсивності його деформацій (у розумінні Лохтіна та Маккавєєва) [1], представляє собою властивість русла чинити опір впливу потоку, можна вважати відповідні показники – число Лохтіна та коефіцієнт стабільності Маккавєєва – критеріями оцінки стійкості русла до антропогенного навантаження. Оцінка небезпеки руслових процесів може співставлятися з показниками стійкості русла, але за змістом з протилежними їм значеннями: чим менша стійкість русла, тим більша небезпека, і навпаки.

На основі проведених розрахунків визначено число Лохтіна, коефіцієнт стабільності Маккавєєва, число Фруда, параметр Гришаніна та розпластаність русла для різних фаз водного режиму річки (табл. 4).

Таблиця 4

Визначені показники стійкості для русла річки Гуків

№ пункту	Число Лохтіна (м ⁻¹)	Ступінь стійкості за числом Лохтіна	Показник Маккавєєва	Ступінь стійкості за показником Маккавєєва	Число Фруда	Параметр Гришаніна		Розпластаність русла
						Значення	Характеристика русла	
Зимова межень								
1								
2	72,6	абс. стійке	25034	абс. стійке	0,023	1,44	A	9,7
3	19,9	стійке	9950	абс. стійке	0,28	0,66	P	20
4	10,6	стійке	10600	абс. стійке	0,13	0,93	Ст	10
5	0,002	нестійке	0,62	нестійке	0,003	0,43*	P	6,4
6	14,9	стійке	7450	абс. стійке	0,074	0,84	Ст	25
7	0,002	нестійке	1,0	нестійке	0,014	1,96	A	4,8
8	12,4	стійке	3100	абс. стійке	0,005	2,17	A	8,9
9	12,4	стійке	4960	абс. стійке	0,22	0,78	P	12,5
10	4,3	сл. стійке	3583	абс. стійке	0,064	1,09	A	12
11	0,0004	нестійке	0,15	нестійке	0,024	1,44	A	10,4
12	19,6	стійке	6125	абс. стійке	0,005	2,32	A	6,4
13	0,08	нестійке	40	стійке	0,049	1,36	A	5,7
14	0,0004	нестійке	0,16	нестійке	0,023	1,48	A	8,9
15	0,0004	нестійке	0,14	нестійке	0,034	1,21	A	14
16	0,0002	нестійке	0,1	нестійке	0,027	1,39	A	10
Весняна повінь								
1	0,0013	нестійке	0,16	нестійке	0,014	1,37	A	4,7
2	0,24	нестійке	24	стійке	0,002	3,15	A	3,8
3	0,0002	нестійке	0,025	нестійке	0,02	1,91	A	5,0
4	0,0002	нестійке	0,1	нестійке	0,043	1,48	A	5,0
5	0,0002	нестійке	0,05	нестійке	0,035	1,71	A	3,3
6	0,0002	нестійке	0,06	нестійке	0,024	1,9	A	3,2
7	0,0002	нестійке	0,03	нестійке	0,021	1,75	A	5,0
8	0,001	нестійке	0,33	нестійке	0,06	1,00	Ст	2,3
9	0,002	нестійке	0,4	нестійке	0,1	1,26	A	4,2
10	0,0007	нестійке	0,47	нестійке	0,07	1,4	A	3,8
11	0,0004	нестійке	0,09	нестійке	0,11	1,13	A	5,6
12	0,002	нестійке	0,33	нестійке	0,2	0,99	Ст	5,5
13	0,002	нестійке	0,57	нестійке	0,12	1,19	A	4,4

№ пункту	Число Лохтіна (м -1)	Ступінь стійкості за числом Лохтіна	Показник Маккавесева	Ступінь стійкості за показником Маккавесева	Число Фруда	Параметр Гришаніна		Розпластаність русла
						Значення	Характеристика русла	
14								
15	0,002	нестійке	0,17	нестійке	0,003	2,94	A	4,8
16	0,0002	нестійке	0,05	нестійке	0,02	2,25	A	1,9
Літньо-осіння межень								
1	0,003	нестійке	0,99	нестійке	0,22	2,18	A	8,6
2	4,84	сл. стійке	1383	абс. стійке	0,09	2,99	A	6,0
3	0,002	нестійке	0,67	нестійке	0,005	2,39	A	5,1
4	0,0002	нестійке	0,084	нестійке	0,002	1,27	A	13,3
5	0,0003	нестійке	0,138	нестійке	0,005	1,03	Ст	7,3
6	0,0003	нестійке	0,124	нестійке	0,03	2,59	A	8,8
7	0,003	нестійке	2,26	нестійке	0,11	0,77	Ст	13,3
8	7,44	від. стійке	2126	абс. стійке	0,002	1,7	A	10,0
9	24,8	стійке	12406	абс. стійке	0,22	0,8	Ст	20,8
10	0,0007	нестійке	0,47	нестійке	0,0097	1,39	A	12,0
11	0,0004	нестійке	0,16	нестійке	0,11	1,37	A	6,6
12	0,004	нестійке	0,65	нестійке	0,02	2,58	A	6,2
13	0,0002	нестійке	0,09	нестійке	0,04	1,01	Ст	12,0
14	0,004	нестійке	1,57	нестійке	0,004	1,38	A	7,1
15	0,004	нестійке	1,36	нестійке	0,08	1,01	Ст	12,0
16	0,0002	нестійке	0,088	нестійке	0,04	1,38	A	7,1

*Примітка: 24,8 – жирним виділені максимальні значення розрахованих величин для кожної фази водного режиму; 0,73 – курсивом виділені мінімальні значення; A – акумуляція; Ст. – стійке русло; P – розмив.

Найстійкіше русло характерне для фази зимової межені (як за числом Лохтіна, так і за коефіцієнтом стійкості Маккавесева). Показник розпластаності русла значно зменшується під час весняної повені, хоча для фаз зимової та літньо-осінньої межені він майже однаковий. У той же час, параметр Гришаніна зростає у цю фазу. Значення показника в літньо-осінню межень не значно відрізняються. Згідно значень числа Фруда найбурхливішою течією та найстійкішим руслом характеризуються меженні періоди (справджується твердження, що при $F_r=0,04 - 0,2$ число Лохтіна збільшується від 5 для середньої течії рівнинної річки, при $F_r=0,02 - 0,5$ число Лохтіна коливається від 1 до 2 для нижньої течії річки).

Висновки. Оцінивши річкову заплаву та русло, можна стверджувати, що:

- 1) стосовно заплави – найбільш зустріваним видом заплави є заплави під сільськогосподарськими угіддями (31,1 %), дещо менший відсоток займає забудована заплава – 29,7, природна заплава зустрічається в 27,7 % випадків;
- 2) щодо русла – найстійкіше русло за розрахованими показниками характерне для фази зимової межені.

Бібліографічні посилання

1. Беркович, К. М. Экологическое русловедение / К. М. Беркович, Р. С. Чалов, А. В. Чернов. – М., 2000. – 332 с.

2. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – 240 с.
3. Горшеніна, Л. В. Структура й динаміка заплавно-руслівих комплексів річки Сірет / Л. В. Горшеніна, В. Г. Смирнова // Річкові долини: Природа – ландшафти – людина. – Чернівці, 2007. – С. 220–229.
4. Коноваленко, О. С. Підходи до вивчення русло-заплавного комплексу гірських річок верхнього басейну р. Тиса / О. С. Коноваленко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.geo.univ.kiev.ua/files/conf_281006.htm

Надійшла до редакції 17.12.09

УДК 556.1

Л. В. Костенюк

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ БАСЕЙНУ ВЕРХНЬОГО ПРУТУ

Кліматичні умови та гідрологічний режим басейну Верхнього Пруту характеризуються специфічними регіональними особливостями, зумовленими орографічними умовами даної території. Різкі коливання водності річок досліджуваного басейну зумовлюють складність їх гідрологічного режиму та нерівномірний розподіл протягом року. Внутрірічний розподіл стоку в досліджуваному басейні відрізняється для багатоводних і маловодних періодів коливань водності.

Ключові слова: гідрологічний режим, річний стік, період.

Климатические условия и гидрологический режим бассейна Верхнего Прута характеризуются специфическими региональными особенностями, обусловленными орографическими условиями данной территории. Резкие колебания водности рек исследуемого бассейна обуславливают сложность их гидрологического режима и неравномерное разделение на протяжении года. Внутригодовое разделение стока в исследуемом бассейне отличается для многоводных и маловодных периодов колебаний водности.

Ключевые слова: гидрологический режим, годовой сток, период.

The climatic conditions and mode in the basin of the river Prut are characterized specific regional particularity, which are conditioned relief condition given territory. The sharp fluctuations amount of water rivers given pool condition their not simple hydrological mode and unevenness sewer on length of the year, which differs for much water and shallow period of the fluctuations amount of water.

Keywords: hydrological regime, the annual runoff, period.

Вступ. Річки басейну Верхнього Пруту характеризуються досить складним гідрологічним режимом, що зумовлено різкими коливаннями водності як по території басейну так і в часовому розподілі. Саме тому, визначення основних факторів впливу на їх гідрологічний і льодовий режим, умов багаторічних і річних змін водності та проходження паводків, дуже важливі як для продуктивного використання їх стоку так і для попередження небезпечних гідрологічних явищ та, відповідно, запобіганню збитків народному господарству спричинених стихією.

Вихідні передумови. Опису кліматичних умов та гідрологічного режиму річок досліджуваного басейну присвячено чимало робіт вчених-географів, дослідників Українських Карпат [1–6]. Більшість із них базуються на матеріалах гідрометеороло-

гічних спостережень станцій і постів, та експедиційних дослідженнях території Карпат і Передкарпаття. Нажаль, мережа гідропостів у горах, а особливо, у високогірних районах, недостатня, тому і кількість наукових досліджень по гідрометеорологічному режиму Українських Карпат, в яких висвітлюються фізичні аспекти формування погодних умов та клімату досліджуваного регіону, досить обмежена.

Постановка завдання. Охарактеризувати кліматичні умови басейну Верхнього Пруту та їх вплив на гідрологічний режим річок досліджуваного басейну.

Виклад основного матеріалу. Основним фактором впливу на водний режим річок досліджуваного басейну є його кліматичні умови. Для даної території характерні специфічні, регіональні особливості клімату, що зумовлені гірським рельєфом.

Вплив гір на випадання опадів сприяє підсиленню впорядкованих вертикальних рухів і конвекції, особливо в літній період. Окрім того, в горах відмічається значне підсилення турбулентності. Усе це створює на території басейну сприятливі умови для активізації фронтів, що супроводжується інтенсивними зливами, грозами і шквалами. Найбільш часто ці явища відмічаються тоді, коли фронти розміщуються між сильними антициклонними утвореннями на заході і сході. Такі синоптичні ситуації сприяють випаданню паводкоутворюючих дощів та виникненню селевих потоків [4].

Погодні умови Українських Карпат визначаються значною варіантністю циркуляційних процесів. До них відносяться переміщення південних циклонів з Чорного моря і Середньодунайської низовини, проходження атмосферних фронтів, пов'язаних з циклонами, що рухаються із заходу на схід, загострення малорухомих атмосферних фронтів та ін. Ці процеси пов'язані з виносом вологого повітря і інтенсивними вертикальними рухами, що, у свою чергу, зумовлені структурою термобаричних полів – з одного боку, та складними особливостями рельєфу – з іншого. Все це призводить до випадання значних опадів, як за рахунок тривалих дощових періодів, так і за рахунок короточасних інтенсивних злив.

Однак у Карпатах, особливо влітку і ранньою осінню, можуть спостерігатись і довготривалі бездощові періоди, пов'язані з порушеннями зонального потоку внаслідок дії малорухомих високих антициклонів [4].

Загалом клімат на території басейну досить м'який і вологий, але складний рельєф спричиняє деякі його відмінності. У горах клімат суворіший ніж у передгірній частині басейну, за рахунок зменшення радіаційного балансу.

Для північно-східних схилів Карпат характерні мінімальні для території України річні суми загальної радіації (95 ккал/см^2). Річна сума радіаційного балансу складає близько 44 ккал/см^2 [5].

У гірській частині басейну температура повітря, значною мірою, залежить від висоти і складності рельєфу. Найбільш низькі середні січні температури повітря спостерігаються у південно-західній частині Буковинських Карпат.

Опади, значною мірою, визначають режим зволоження даної території. Як метеорологічний елемент вони характеризуються великою мінливістю в часі і по території. Опади, зазвичай, мають фронтальне походження і найчастіше їх зумовлюють фронти, що переміщуються з північного заходу на південний схід (до 45 % усіх випадків), що, у свою чергу, пов'язано з циклонами, які проходять із заходу на схід по північних районах Європи. Теплі фронти порівняно легко проходять Карпати, приносячи значну кількість вологи.

Над Карпатами у середніх товщах тропосфери переважає західний переніс повітряних мас. Загальний режим циркуляційних процесів у нижніх товщах тропосфери, що зумовлений основними баричними системами – Азорським і Сибірським максимумами, Ісландською та Середземноморською областями низького тиску, різко

порушується бар'єрною дією гірської системи. Насамперед, гірський бар'єр затримує повітряні маси і змінює напрям їх руху. При цьому, атлантичні повітряні маси, що надходять із заходу і північного-заходу, рухаються майже паралельно гірським хребтам і практично не затримуються, а середземноморські повітряні маси, що надходять з південного-заходу та арктичні повітряні маси з південного-сходу, рухаються перпендикулярно гірським хребтам підсилюючи їх бар'єрну роль.

Карпати підвищують активність циклонів та сприяють розвитку місцевої гірсько-долинної циркуляції, що підкреслює чітко виражену зональність їх клімату, значне зволоження і складний територіальний розподіл опадів [5].

Кількість опадів залежить від рельєфу місцевості, і, зазвичай, долини річок отримують менше опадів у порівнянні зі схилами і вершинами хребтів. Відбувається також диференціація розподілу опадів на схилах, залежно від їх розташування відносно руху повітряних мас.

Навесні, циркуляція повітряних мас визначається впливом азорського антициклону і середземноморських циклонів. Внаслідок цього погода буває не стійкою. З переходом від лютого до березня відбувається збільшення опадів від 80 до 120 мм. Збільшення кількості опадів прогресує до травня. Максимум опадів припадає на літо. За літній сезон випадає 40 % їх річної величини. У цей час підвищується циклонічна діяльність, проходять південно-західні циклони, які під впливом орографії зазнають хвильового збурення, що сприяє випаданню опадів. Водночас влітку інтенсивно розвивається місцева конвекція, яка посилює гірсько-долинну циркуляцію. У червні – липні випадає близько 104–114 мм опадів біля підніжжя схилів та 170–200 мм високо в горах. У серпні величина опадів дещо знижується.

Восени відбувається перебудова атмосферних процесів, послаблюється циклонічна діяльність, унаслідок вирівнювання температури між морським і континентальним повітрям. Кількість опадів з серпня до жовтня поступово зменшується.

В осінньо-зимовий період кількість опадів різко зменшується до 60–80 мм. Вони випадають у вигляді снігу, хоча досить часто бувають і змішаного типу. Холодного періоду року сума опадів значно знижується, що пов'язано із зменшенням вологовмісту повітря взимку і збільшенням східного переносу в холодну пору року.

У розподілі опадів протягом року чітко виражені два максимуми – у липні (основний) і грудні (другорядний), і два мінімуми – у січні і жовтні. Середній максимум опадів зафіксований у досліджуваному басейні становить 1000–1100 мм [1].

На території басейну, внаслідок загострення фронтів, що зумовлено орографічними умовами, грозова діяльність порівняно активна. Починаючи з висоти 400 м кількість днів з грозами збільшується до 35–40 [3].

Для річок басейну Верхнього Пруту водний режим характеризується суттєвими змінами протягом року. Найбільш інтенсивні підняття рівнів спостерігаються весною і на початку літа, коли тануть сніги в горах і випадають дощі [4]. Середні багаторічні модулі стоку коливаються в межах від 10 до 12 л/с км² [5]. Зміна середнього багаторічного стоку річок у басейні Верхнього Пруту показана на рис. 1.

Внутрірічний розподіл стоку досліджуваного басейну визначається співвідношенням опадів і випаровування протягом року. У режимі формування річного стоку можна виділити певну закономірність, а саме, відмічаються два максимуми і два мінімуми. Перший максимум формується талими водами у період весняної повені і набагато перевищує другий, що спостерігається в осінньо-зимовий період від випадання злив.

Для водозборів Черемошу, Білого та Чорного Черемошів при їх середній висоті більше 1000 м, весняна повінь проходить у квітні-травні, з максимумом у квітні, а для

рік Рибниця, Пістинька і Лючка водопілля триває з березня по квітень, з максимумом теж у квітні. Високо в горах (вище 1200 м) максимальний стік відмічається в травні.

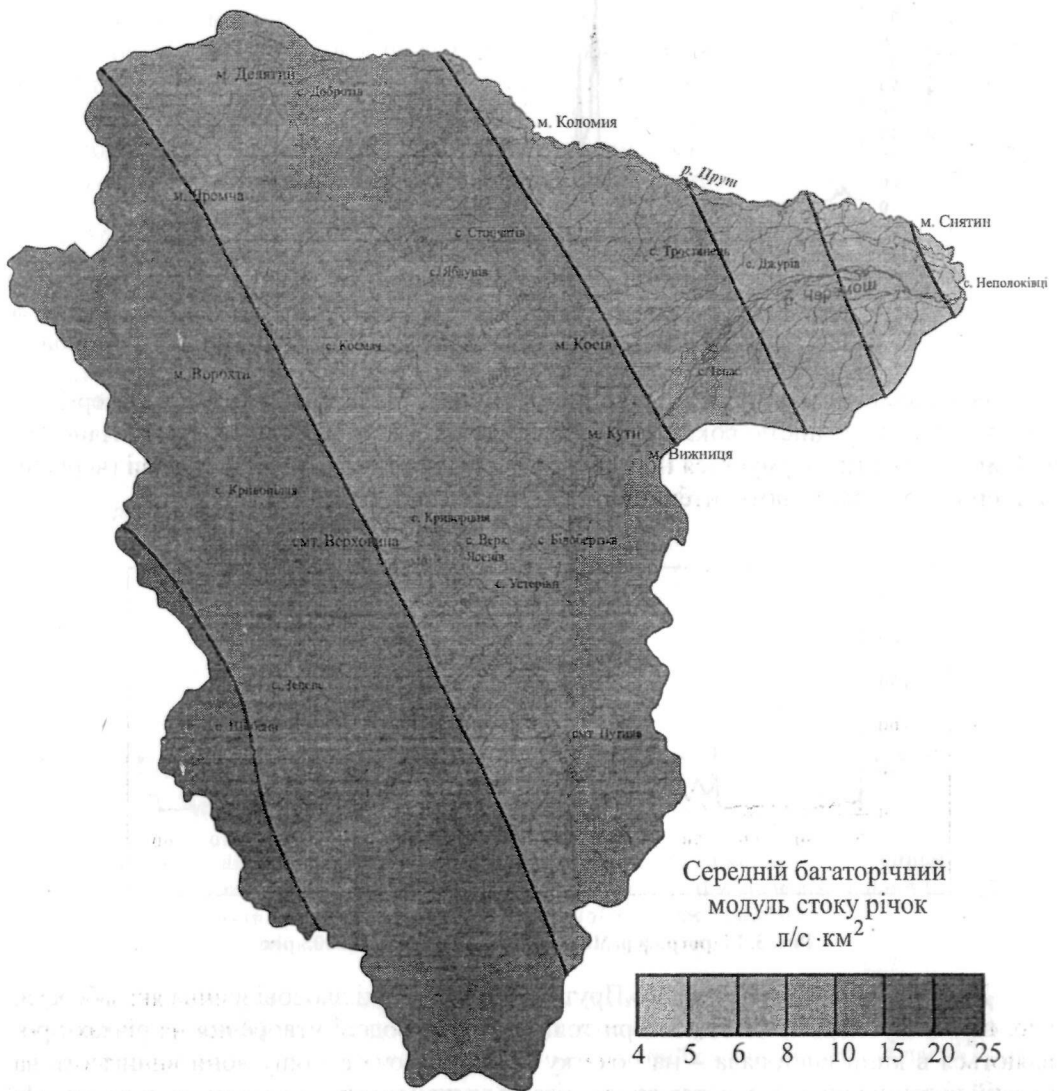


Рис. 1. Середній багаторічний стік річок басейну Верхнього Пруту [2]

Мінімум стоку спостерігається як теплого, так і холодного періоду року. Перший мінімум установлюється у вересні-жовтні і пов'язаний з різким зменшенням опадів, другий формується у січні-лютому, коли відсутній поверхневий стік і вичерпуються запаси підземних вод.

Осінь і зимова межень нестійкі і нетривалі. Порушуються дощами та відлигами. Зимова межень проявляється чітко тільки у період зі стійкими від'ємними температурами повітря і триває не більше 2 місяців. При відлигах зимовий стік істотно збільшується, перериваючи меженний період. Тому у формуванні весняного водопілля бере участь тільки частина снігозапасів. Такі умови проходження весняного водопілля приводять до утворення складного гідрографу стоку з багатьма піками (рис. 2).

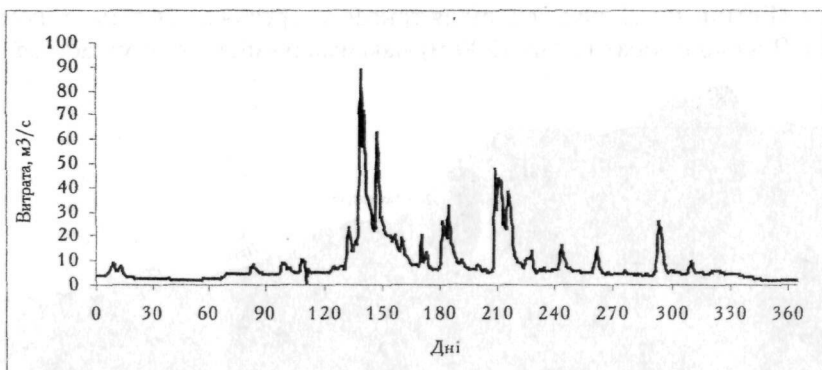


Рис. 2. Гідрограф р. Чорний Черемош – смт. Верховина за 1991 рік

Відзначені особливості внутрірічного розподілу стоку відносяться до середніх та маловодних за водністю років. У багатоводних роках є певні відмінності. Найбільший місячний стік формується не у період весняної повені, а в літні місяці (червень – липень), коли випадають інтенсивні та тривалі дощі (рис. 3) [1].

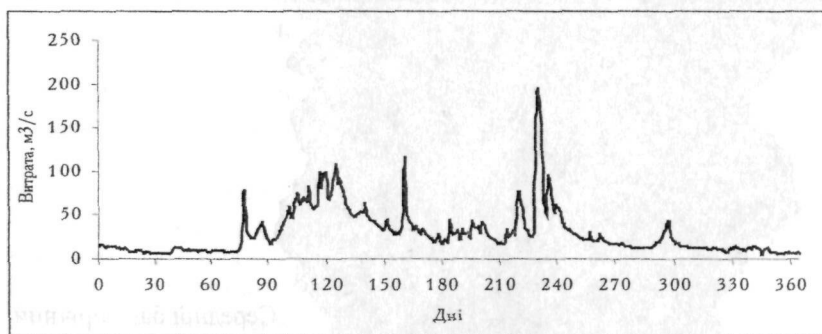


Рис. 3. Гідрограф р. Черемош – с. Устеріки за 2005 рік

Для річок басейну Верхнього Пруту характерні такі льодові явища як: забереги, сало, шуга, шугохід, льодохід, затори тощо. Осінні льодові утворення на річках проявляються в кінці листопада – на початку грудня. І хоча спершу вони виникають на гірській частині річки, льодостав спостерігається швидше на передгірних ділянках. Це зумовлено тим, що великі швидкості течії в горах заважають установаженню повного льодоставу і вздовж течії часто зустрічаються ділянки, що не замерзають. Саме тому, для річок басейну Верхнього Пруту утворення стійкого льодоставу припадає на кінець грудня і триває він недовго, лише за умови тривалого періоду від'ємних температур. Однією з головних причин такого відставання є дуже складний гідрологічний режим річок, зумовлений різким коливанням водності як по території так і в часі [3].

За останні десятиріччя, для рік басейну Верхнього Пруту, як і для більшості карпатських річок явище льодоставу стало практично відсутнім. Це пов'язано із зміною кліматичних умов, і, насамперед, переважанням теплих, м'яких зим з плюсовими температурами.

Висновки. Клімат Українських Карпат і досліджуваного басейну зокрема, характеризується специфічними регіональними особливостями, зумовленими орогра-

фічними умовами даної території. Надмірна зволоженість даної території, конвекція та посилена турбулентність сприяють підвищенню кількості опадів, що, безумовно, має визначальний вплив на гідрологічний режим річок досліджуваної території. У розподілі опадів протягом року чітко виражені два максимуми – у липні (основний) і грудні (другорядний), і два мінімуми – у січні і жовтні. Внутрірічний розподіл стоку в досліджуваному басейні відрізняється для багатоводних і маловодних періодів. Перерозподіл основних максимумів та мінімумів водності для річок даного басейну визначається співвідношенням опадів і випаровуванням протягом року.

Бібліографічні посилання

1. Кирилюк, М. І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат: Навчальний посібн. / М. І. Кирилюк. – Чернівці, 2001. – 246 с.
2. Національний атлас України. – К., 2007. – 440 с.
3. Природа Чернівецької області / за ред. К. І. Геренчука. – К., 1987. – 160 с.
4. Теплової и водный режим Украинских Карпат / под ред. Л. И. Сакали. – Л., 1985. – 365 с.
5. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. В. П. Попова. – К., 1968. – 683 с.

Надійшла до редколегії 7.12.09

УДК 911.2

Г. М. Задорожня

Вінницький державний педагогічний університет

ДО ПИТАННЯ ЩОДО КЛАСИФІКАЦІЇ ПОХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЯВИЩ У ЛАНДШАФТАХ ЗОН ТЕХНОГЕНЕЗУ

Розглянуто питання щодо класифікації похідних процесів та явищ у гірничопромислових ландшафтах. Розроблені групи класифікацій. Виділені ландшафтні місцевості та ділянки з урахуванням похідних процесів та явищ на прикладі південної частини Кривбасу.

Ключові слова: класифікація, гірничо-промисловий, ландшафт.

Рассмотрен вопрос классификации производных процессов и явлений в горно-промышленных ландшафтах. Разработаны группы классификаций. Выделены ландшафтные местности и участки с учетом производных процессов и явлений на примере южной части Кривбаса.

Ключевые слова: классификация, горно-промышленный, ландшафт.

This article is devoted to analysis classification for derived processes and phenomena's. There was written about necessity including derived processes and phenomena's in zoning of industrial landscapes.

Key words: classification, mining and industrial, landscape.

Вступ. Класифікація – це не просто особлива логічна операція ділення об'єму певного поняття. Для географів та ландшафтознавців «класифікація показує ясність розуміння досліджених об'єктів, процесів та явищ, класифікація дозволяє прослідкувати е процесах та явищах, що досліджуються, певний порядок» [1, 139]. І якщо питання щодо класифікацій техногенних ландшафтів частково вирішено, але все рівно потребує подальшого опрацювання та дослідження, то питання щодо класифікацій

процесів та явищ, які протікають у гірничопромислових комплексах залишаються невіршеними і донині. Створення подібної класифікації є необхідним фундаментом для більш ґрунтового розуміння особливостей функціонування гірничопромислових ландшафтів.

Вихідні передумови. Аналіз робіт, де досліджувалися гірничопромислові ландшафти показав, що наразі відсутня будь-яка класифікація похідних процесів та явищ. Та це і не дивно, оскільки спеціальних досліджень з цього питання донині не проводилося. Похідні процеси та явища називають природно-антропогенними, техногенними, побічними, несприятливими. В. Л. Казаков пише про посттехногенні, незапрограмовані процеси на схилах відвалів та кар'єрів [4, 12]. Ф. М. Мільков писав про супутні процеси та явища, які виникають у ході нераціонального ведення господарства [6, 43]. П. Г. Шищенко подає класифікацію фізико-географічних процесів, що має інженерне значення та запропонована Н. І. Ніколаєвим [9, 35]. Фізико-географічні процеси поділяються на три групи: зональні, азональні та інтразональні. Серед групи азональних та інтразональних процесів виділена підгрупа процесів, що пов'язана з діяльністю людства. Такі процеси автор називає антропогенними, а також підкреслює, що в чистому виді вони не проявляються. Наступною групою представлені природно-антропогенні процеси. Таким чином, антропогенні процеси проявляються у сукупності з природними і називаються природно-антропогенними та визначаються наступним чином – це природні процеси, що активізовані діяльністю людини, змінені нею, якісно та кількісно відрізняються від чисто природних. Приклади природно-антропогенних процесів наводяться з урахуванням причини процесу, наприклад: провалля(суфозійні, карстові, підземно-екскаваційні), обумовлені карстоутворенням, обвалами підземних виробок.

Достатньо широко розроблена класифікація небезпечних природних та техноприродних(техногенних, антропогенних) процесів. У дужках указані можливі варіанти назв процесів. Така класифікація є, безумовно, важливою для використання оцінки можливих ризиків та захисту населення, а ось для ландшафтознавця вона нічого не дає.

Постановка завдання. Для ґрунтового дослідження та розуміння особливостей функціонування похідних процесів та явищ у гірничопромислових ландшафтах, систематизації знань про них вважаємо необхідним провести можливі класифікації.

Викладення основного матеріалу. Проведені початкові польові дослідження дозволили зробити перші висновки про особливості активізації та розвитку похідних процесів та явищ у різних гірничопромислових ландшафтах як за віком, так і за структурою, розробити поняття «похідні процеси та явища». За попередніми даними, похідні процеси та явища виникають у гірничопромислових ландшафтах у результаті взаємодії створеного гірничопромислового комплексу та природних компонентів. Похідні процеси та явища, що нами спостерігалися можуть бути систематизовані за наступними ознаками:

1. Класифікація похідних процесів та явищ за генезисом:

- геолого-геоморфологічні (утворення провального, просядочного, флювіального, карстового гравітаційного рельєфу, порушення сейсмостійкості території, техногенні землетруси);
- гідрологічні (утворення водойм на днищі кар'єрів, провальних воронок, акумуляція біля підніжжя відвалу тріщинних вод порід, новий режим циркуляції ґрунтових та підземних вод, підтоплення та заболочування території);
- кліматичні (зміна мікрокліматичних показників, зміна газового складу повітря на територіях прилеглих до відвалів, кар'єрів, шламосховищ);

- ґрунтово-біотичні (заростання гірничопромислових ландшафтів по зональним ознакам, формування ґрунту, заселення тваринами).

2. *Класифікація похідних процесів та явищ за швидкістю та характером протікання:*

- уповільнені(затухаючі) здебільшого характерні для гірничопромислових ландшафтів, які знаходяться на зрілій стабільній стадії розвитку;

- стабілізуючі;

- бурхливі (динамічні) – для «молодих» гірничопромислових ландшафтів.

3. *Класифікація похідних процесів та явищ за розмірами:*

- мікропроцеси (охоплюють площу менше, ніж 1 м² ерозійні борозни, гідрофільні фації на схилах, утворення мікробугристої поверхні схилів внаслідок дефлюкції);

- мезопроцеси (охоплюють площу від 1–100 м² карстово-суфозійні воронки, ерозійні рівчаки, яри, блоки відсідання, тераси відсідання, тріщини; заростання схилів відвалів та кар'єрів);

- макропроцеси (охоплюють площу від 100 м²–100 км² провальні зони, порушення геологічної рівноваги – створення умов для техногенного землетрусу, формування водойм на днищі кар'єрів).

4. *Класифікація похідних процесів та явищ за послідовністю активізації:*

- первинні (похідні процеси та явища, що активізуються в гірничопромислових ландшафтах ще під час експлуатації, а особливого розвитку досягають після експлуатації),

- вторинні (похідні процеси та явища, які активізуються з часом та ніби «нашаровуються» на ділянки гірничопромислових ландшафтів, де вже розвиваються похідні процеси та явища, – це, наприклад, утворення провальних воронок у межах відвалів; заростання провальних зон; формування гідрофільних фацій на схилах та поверхнях відвалів, що складені водотривкими породами).

5. *Класифікація похідних процесів та явищ за місцем прояву:*

- процеси та явища кар'єрів;

- відвалів;

- шламосховищ.

6. *Класифікація похідних процесів та явищ за віком (стадії розвитку):*

- початкові;

- зрілі;

- старі(усталені).

7. *Класифікація похідних процесів та явищ по відношенню до земної поверхні:*

- відкриті (можемо бачити безпосередньо самі процеси та явища);

- поховані (назовні можемо спостерігати лише результат процесів – утворення карстово-суфозійних лійок, утворення мульд просідання, заростання певними групами рослин окремих ділянок гірничопромислових ландшафтів).

8. *Класифікація похідних процесів та явищ за характером прояву:*

- пульсуючі (різка активізація похідних процесів та явищ унаслідок впливу різних факторів, як антропогенного (некоректне втручання техніки), так і природного характеру (значна кількість опадів призводить до активізації зсувів, землетруси));

- плавні (характеризуються повільним розвитком).

9. *Класифікація похідних процесів та явищ за ступенем урегульованості:*

- регульовані (регулювання людиною процесів утворення рослинного та ґрунтового покриву, укріплення схилів відвалів у процесі їх відсипання для запобігання зсувам, активній ерозії);

• нерегульовані (утворення та розвиток провального, карстово-суфозійного рельєфу, підтоплення територій прилеглих до відвалів, затоплення кар'єрів, утворення водоєм на днищі провальних воронок).

Особливо актуальним питанням для будь-якого дослідження, що пов'язане з ландшафтами, є районування досліджуваної території на рівні фацій, урочищ, підурочищ, місцевостей, ландшафтів. Для гірничопромислових ландшафтів ці питання залишаються відкритими і донині, оскільки загально прийнятих одиниць типологічного районування наразі немає. Окрім того, аналіз зібраного матеріалу, який стосується розвитку похідних процесів та явищ, показав, що похідні процеси та явища мають бути враховані при ландшафтно-типологічному районуванні гірничопромислових ландшафтів Кривбасу на рівні техногенних фацій, техногенних урочищ, техногенних ділянок. А для певної частини геолого-геоморфологічних похідних процесів та явищ і на рівні техногенної місцевості.

Як відомо, формування певних типів техногенних ландшафтів напряму пов'язане зі способом добування корисних копалин. Попередній досвід досліджень розвитку похідних процесів та явищ показав, що і їх активізація та розвиток залежать з одного боку від способу та системи розробки корисних копалин, а з іншого – від фонових природних чинників території, де утворився гірничопромисловий ландшафт. Похідні процеси та явища виступають ландшафтоутворюючими чинниками для гірничопромислових ландшафтів.

На основі зібраного матеріалу, нами були складені таблиці, де показаний зв'язок між особливостями технології добування і формуванням певних типів техногенних ландшафтів та техногенних місцевостей, ділянок з урахуванням розвитку похідних процесів та явищ. У таблиці 1 співставлені системи розробок корисних копалин, та як наслідок їх використання, утворення певних типів техногенних ландшафтів.

Таблиця 1

**Технологічні фактори та їх наслідки в гірничопромислових ландшафтах
(на прикладі південної частини Кривбасу)**

Територія дослідження	Способи розробки корисних копалин	Система розробки корисних копалин		Типи техногенних ландшафтів
с. Руднічне – с. Латовка – с. Стародобровольське	відкритий	розробка кар'єрів за допомогою плугів і кінської тяги, транспортування на поверхню здійснювалося на грабарках, тачками		кар'єрно-відвальний
	підземний	виїмка руди за допомогою ортового способу		шахтно-просадочний
с. Інгулець – с. Миколаївка	відкритий	створення кар'єрів за допомогою важкої техніки з використанням підривних робіт		кар'єрно-відвальний
		утворення відвалів: транспортно-відвальна	ексклавіторне відвалоутворення з доставкою порід залізницею	
	гірничопереробні	утворення шламосховищ		екстрактивно-відвальний

У таблиці 2 використані матеріали досліджень Л. М. Булави щодо класифікації гірничопромислових ландшафтів Кривбасу [2, с. 98–99], а також матеріали В. Л. Ка-

закова, які стосуються функціонально-генетичної класифікації антропогенних ландшафтів Кривбасу [5, с. 108–112]. Використана система типологічних одиниць для районування техногенних ландшафтів розроблена Ф. М. Мільковим [6, с. 94–95], Г. І. Денисюком [3, с. 133–135], В. І. Федотовим [8, с. 95–97]. У таблиці використаний матеріал, зібраний під час польових досліджень упродовж 2009 року.

Таблиця 2

Урахування похідних процесів та явищ у типологічному районуванні гірничопромислових ландшафтів (на прикладі південної частини Кривбасу)

Територія дослідження	Похідні процеси та явища		Типи техногенних місцевостей та ділянок
с. Руднічне – с. Лаговка – с. Стародобровольське	геоморфологічні	<ul style="list-style-type: none"> • борозни • карстово-суфозійні лійки • карстові лійки • провальні-просадочні лійки • яри • зсуви • схили сповзання • делювіальні конуси виносу 	платоподібна кар'єрно-відвальна не рекультивована місцевість з ділянками відновленого степу, платоподібна кар'єрно-відвальна-рекультивована місцевість з ділянками хвилеподібних сповзаючих схилів, озерно-кар'єрна місцевість, горбиста кар'єрно-відвальна місцевість, кар'єрно-відвальна-озерна місцевість з ділянками антропогенного карсту, горбиста шахтно-просадочна місцевість
	гідрологічні	<ul style="list-style-type: none"> • затоплення кар'єрів – формування водойм • новий режим ґрунтових та підземних вод 	
	ґрунтовобіотичні	<ul style="list-style-type: none"> • формування нового шару чорнозему • заростання відвалів та кар'єрів за зональними ознаками • заселення тваринами 	
с. Інгулець – с. Миколаївка	геоморфологічні	<ul style="list-style-type: none"> • борозни • яри • конуси виносу • осипи 	платоподібні надвисокі багатоярусні відвали, платоподібні багатоярусні високі відвали, відвальна дамба надвисоких багатоярусних шламосховищ з ділянками шламових горизонтальних поверхонь
	гідрологічні	<ul style="list-style-type: none"> • акумуляція біля підніжжя відвалу тріщинних вод з порід 	
	біотичні	<ul style="list-style-type: none"> • заростання відвалу на схилах трав'янистою рослинністю 	

Розташування об'єктів, поданих у таблиці, представлено на рис 1.

Варто зауважити, що за стадією розвитку похідні процеси та явища в межах цих територій знаходяться на різних рівнях. Так, для першої території, представленої в таблиці, похідні процеси та явища є сталими та затухаючими. Для другої території – характерні бурхливі та динамічні. Різниця пояснюється часом утворення гірничопромислових комплексів. Ця різниця чітко просліджується в різноманітності утворених техногенних ландшафтних місцевостей та ділянок. Для «складання повної ландшафтної картини» необхідно проводити деталізацію та уточнення в типологічному районуванні. Але вже попередньо можна сказати про те, що найбільше похідні процеси та явища впливають на утворення різноманітних ділянок та урочищ.

Висновки. Отже, за результатами зібраних польових матеріалів та проведених спостережень нами проведена первинна систематизація даних про похідні процеси та явища. Звичайно, що питання щодо класифікацій похідних процесів та явищ, не вичерпується вищеназваними класифікаціями, оскільки, природно, що під час дослі-

джень будуть з'являтися нові матеріали, а отже, можна буде обрати нові критерії для систематизації та уточнення. Серед перспектив на майбутнє також можна назвати наступне: проведення систематичних досліджень обраних територій для складання більш детального типологічного районування на рівні урочищ та фацій, картографування території, вибір ключових ділянок дослідження.

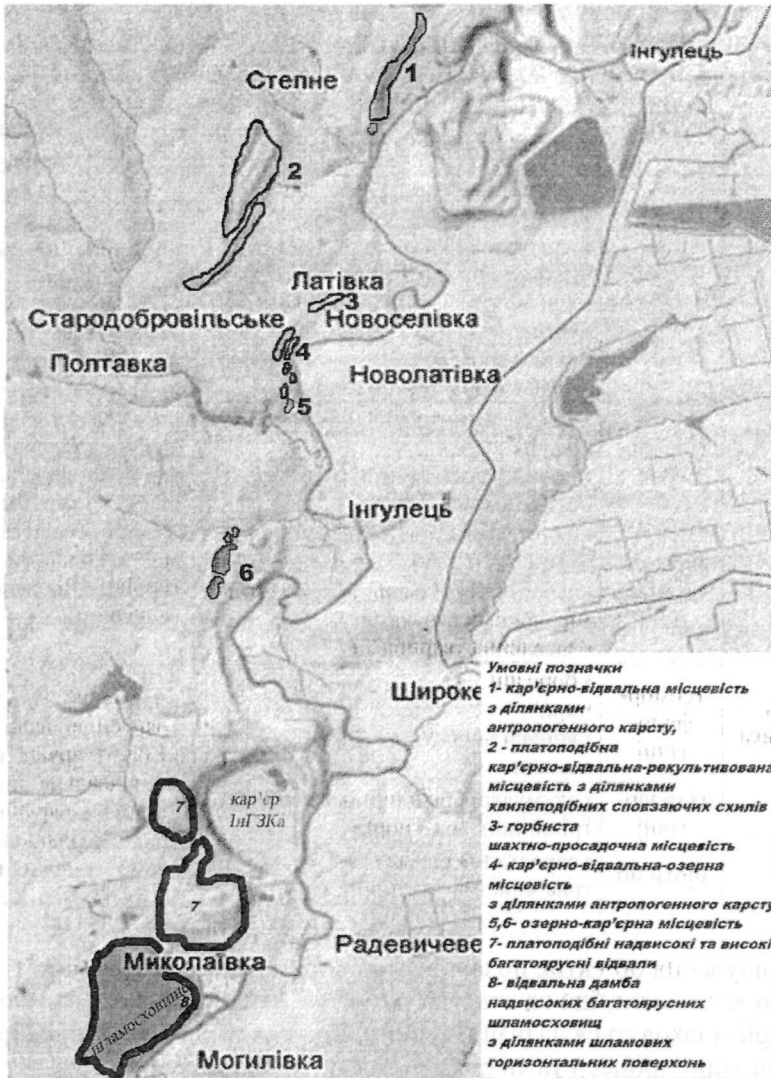


Рис. 1. Розташування досліджених гірничопромислових ландшафтів у південній частині Кривбасу (від с. Рудичіне до с. Миколаївка)

Бібліографічні посилання

1. Арманд, Д. Л. Наука о ландшафте / Д. Л. Арманд. – М., 1975. – 287 с.
2. Булава, Л. Н. Физико-географический очерк Криворожского горнопромышленного района / Л. Н. Булава. – К., 1990. – 125 с.
3. Денисик, Г. І. Антропогенні ландшафти Правобережної України: монографія / Г. І. Денисик. – Вінниця, 1998. – 292 с.

4. **Казаков, В. Л.** Геоморфологічна структура кар'єрів і їх класифікації / В. Л. Казаков // Актуальні проблеми геології, географії, екології. Зб. наук. праць. – 2001. – Вип. 3. – С. 31–36.
5. **Казаков, В. Л.** Антропогенні ландшафти Кривбасу / В. Л. Казаков // Проблеми ландшафтного різноманіття України: Зб. наук. праць. – К., 2000. – С. 108–112.
6. **Мильков, Ф. Н.** Человек и ландшафты / Ф. М. Мильков. – М., 1973. – 223 с.
7. **Паранько, І.** Антропогенна геологія – мета і задачі / І. С. Паранько // Географічні дослідження Кривбасу: Фізична географія, економічна і соціальна географія, геоecологія, історична географія, викладання географії: Матеріали кафедральних науково-дослідницьких тем. – 2008. – Вип. 3. – С. 13–23.
8. **Федотов, В. И.** Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика / В. И. Федотов. – Воронеж, 1985. – 192 с.
9. **Шищенко, П. Г.** Прикладная физическая география / П. Г. Шищенко. – К., 1988. – 192 с.

Надійшла до редколегії 20.12.09

УДК 504.62(477.82)

В. Г. Юровчик

Волинський інститут післядипломної педагогічної освіти

ПРИРОДНО-РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Охарактеризований природно-ресурсний потенціал Волинської області. Досліджено вплив різних факторів на ліси Волинської області. Подані характеристики групи лісів області. Виявлені заходи щодо їх охорони, використання та розвитку.

Ключові слова: термічний режим, ґрунтові води, лісовий фітоценоз, лісові ресурси.

Охарактеризован природно-ресурсний потенциал Волинской области. Исследовано воздействие разных факторов на леса Волинской области. Даны характеристики группы лесов области. Освещены мероприятия по их охране, использованию и развитию.

Ключевые слова: термический режим, грунтовые воды, лесной фитоценоз, лесные ресурсы.

Naturally resource potential of the Volinsky regions is described. Influence of different factors is investigational on the forests of the Volinsky region. The groups of the forests of region are described. Found out measures on a guard, use and development of the forests of the Volinsky region.

Keywords: thermal mode, ground water, forest fitocinoz, forest resources.

Вступ. Волинська область розташована в межах Східно – Європейської рівнини і знаходиться на заході рівнинних просторів двох природно-географічних зон України – низинному західному Поліссі і хвилястому Лісостепу на Волинському плато. Північна частина Волинської області лежить у межах Поліської низовини (Волинське Полісся), а південна – на Волинській височині. Нерівномірність розміщення лісових ресурсів у регіоні є наслідком різноманітних природних умов.

Результати досліджень. З півночі на південь за особливостями лісового покриву **Волинське Полісся** виразно поділяється на дві частини – північну та південну. Північна являє собою рівнинну територію, вкриту переважно чистими сосновими борами, березовими гаями, рідше – ялиновими лісами, чорновільшаниками, мішаними лісами з сосни звичайної, дуба звичайного і граба. Певні площі вкривають міжрічкові (луки), а також вересові і брусничні пустища. Південна частина Волинського Полісся – **слабо хвиляста** рівнина, складена смугою горбів та гряд – теж досить заліснена. За-

лісненість спадає в напрямку з півночі на південь. Для природних умов Волинського Полісся характерним є рельєф з широкими заболоченими річковими долинами, додатній баланс вологи, панування дерново-підзолистих і болотних ґрунтів, високий рівень ґрунтових вод. Ліси займають, насамперед, підвищені ділянки рельєфу. У лісовому фонді Волинського Полісся основне місце належить хвойним насадженням з переважанням сосни. Найбільш поширеними породами в лісах регіону є сосна, дуб, береза, чорна вільха, осика і граб. Рідше трапляються ясен, липа, клен, в'яз, берест. У західних районах росте смерека звичайна, яка іноді утворює суцільні деревостани. У південно-західних районах зрідка зустрічаються явір і черешня.

Лісові насадження краю мають відносно бідний підлісок, до складу якого найчастіше входять горобина, крушина ламка, бруслина бородавчата, ліщина. У північно-західних районах Волинського Полісся поширений яловець звичайний. У зниженнях рельєфу та на річкових заплавах значну площу займають торфовища, а також вересові і брусничні пустища, які пов'язані з лісами. Великі простори припадають також на луки, особливо заболочені. Характерна особливість лісів – їх заболоченість, що значно впливає на склад і продуктивність деревостанів [2].

Південь Волинської області називають **лісостепом**. Для лісостепу характерним є помірний континентальний клімат, перехідний від вологого до сухого. Річна кількість вологи, яка надходить з атмосферними опадами, в різних частинах цієї зони набагато менша або приблизно дорівнює випаровуванню. Ліси в цій природній зоні не мають суцільного поширення, невеликі масиви їх чергуються із значно переважаючими за площею ділянками степу. Лісостеп відзначається строкагістю ґрунтового покриву. Найбільш поширеними є чорноземи і сірі лісові ґрунти; велику площу займають болотні і дернові ґрунти. Внаслідок інтенсивних рубок та ерозії в Лісостеповій зоні виникло багато ярів і балок. У лісостепу поширені ліси твердолистяних порід. З них близько 43 % припадає на дубові насадження, 10 – грабові, 5 – букові та ясеневі, а решта – ліси з переважанням клена, в'яза, акації білої, а також залишки остепнених луків та скельно-степової рослинності. Насадження з переважанням хвойних порід з переважанням сосни займають друге місце. М'яколистяні породи мало поширені. Луки збереглися майже виключно у долинах великих річок і на їх заплавах. Характерна особливість лісостепу – відносно менша, порівняно з територією Полісся, заболоченість [2].

На ліси Волинської області впливають рельєф, термічний режим, вітер, ґрунтові води та власний лісовий фітоценоз. Розглянемо дані показники.

По-перше – рельєф, який перерозподіляє у просторі вологу і багатства ґрунту, а також ритм, напруженість тепла і світла, і тим самим, змінюючи кліматичні і едафічні умови, впливає на ґрунт і рослинність. На розповсюдження, склад і зростання лісу впливає не тільки макрорельєф, але і середні форми рельєфу. На рівнині також виявляється вертикальна зональність. Вплив мікрорельєфу проявляється в зниженнях, де найкращі умови зволоження. **По-друге** – вплив термічного режиму. Середньорічна температура в лісі нижча, ніж на сусідніх територіях, не покритих лісом. Різниця між мікрокліматом сосняків і відкритого простору різна. Внаслідок зімкнутості вони утворюють «ефективну поверхню», аналогічну наземній підстилаючій поверхні (луки газону, поля). Термічний максимум протягом дня поступово переміщується і на сході сонця він зареєстрований на самих верхів'ях дерев, у 14 годин – в їх середній частині, а ввечері – знову на верхів'ях дерев. Вночі температура практично однакова на всіх рівнях, якщо не брати до уваги ґрунт і нижній двометровий шар повітря, де вона дещо вища. Окрім того, вночі в лісі порівняно з відкритим простором температура вища. Коли листя опадає, температурна інверсія майже повністю зникає і мак-

симум спостерігається на рівні ґрунту. Відносна вологість у лісі завжди вища, ніж на відкритому просторі. *По-третє*, швидкість вітру, який зменшує контрастність температур у насадженнях, створених із різних порід. У цілому кліматичні умови Волинської області сприятливі для росту і розвитку лісової рослинності: сосни, дуба, граба, ясеня, берези, ялини тощо. *По-четверте* – вплив ґрунтових вод. Вони відіграють значну роль у формуванні лісових насаджень області. У лісостеповій її частині на підвищених місцях та вододілах вони знаходяться на глибині 15–20 м, на дні балок і заплавах річок – від 0,4 до 1,5 м, у поліській частині на підвищених елементах рельєфу – від 3 до 10 м, на знижених від 1,5 до 20–50 см, а часто підходять до самої поверхні. *По-п'яте* – це власний лісовий фітоценоз, зокрема його породний склад, повнота, вік, а також рельєф, на якому він розміщений. У лісі вміст вуглекислого газу в повітрі дещо вищий, ніж у полі. Вночі, завдяки інтенсивному диханню мікроорганізмів і припиненню процесу фотосинтезу, концентрація CO₂ збільшується. Найменша його кількість у полудень. Дощі відіграють незначну роль у формуванні відносної вологості оскільки крони дерев затримують значну частину опадів (2/3 у хвойному лісі, а листяному значно більше). Збереження підвищеної вологості пояснюється, головним чином, низьким випаровуванням, що частково пов'язано зі зменшенням у лісі швидкості вітру. Загалом у лісі, порівняно з відкритим простором, тварини живуть в умовах більш помірною клімату: нижча середня температура, підвищена у середньому вологість повітря, невелика його циркуляція та незначна освітленість [4].

Під лісовими ресурсами прийнято розуміти сукупність лісових масивів на певній території, які використовуються як джерело отримання деревини, недеревної продукції лісу (грибів, ягід, лікарських трав тощо) і виконують водоохоронну, ґрунтозахисну, рекреаційну та інші функції [5]. До лісових ресурсів належать деревні, технічні, харчові, кормові, лікарські та інші ресурси, а також корисні природні властивості лісу – водоохоронні, захисні, кліматорегулюючі, санітарно-гігієнічні, оздоровчі, екологічні тощо.

Лісові ресурси, з одного боку, є предметами праці (виробництво меблів, шахтного обладнання, будівельних матеріалів), а з іншого – засобами праці (створення умов для розвитку рекреації). Саме використання лісу є основою активізації цілогодяного ряду виробництв та запорукою виготовлення екологічно чистої продукції. Окрім того, лісові ресурси є об'єктом ведення лісового господарства та основою державного лісового фонду.

Лісові ресурси Волинської області широко використовуються в багатьох галузях господарства. У тих місцях, де лісові ресурси мають значну питому вагу у структурі природно-ресурсного потенціалу, ліс є одним з базових чинників прискорення регіонального соціально-економічного розвитку (табл. 1.). Сьогодні питання вивчення лісоресурсного потенціалу є надзвичайно актуальною проблемою з огляду на нерациональне використання лісових ресурсів. Це стало наслідком правових, фінансових та інституційних недоліків [6].

Площа лісових угідь у межах впливу Волинського обласного управління лісового господарства станом на 2008 р. складає 702,5 тис. га (1/3 площі області), з яких 502,2 тис. га (71%) належить Державному комітету лісового господарства України, 191 тис. га (27%) – Міністерству аграрної політики, 9,3 тис. га (2%) – іншим користувачам. Із загальної площі лісових угідь (702,5 тис. га) – 250 тис. га – це лісокультури (штучно створені ліси). Вони становлять близько 35% загальної площі лісових угідь. На ліси державного значення припадає близько 500 тис. га, в тому числі 368,8 тис. га покритих лісом (88,2%) [8]. Основні ідеологічні засади функціонування державних підприємств управління – це вчасне і якісне відновлення лісу там, де він був

знятий, максимально ефективно перероблення кожного кубометра заготовленої деревини, своєчасний розрахунок з бюджетом та позабюджетними цільовими фондами, надання можливості працюючим заробити гідну зарплату.

Таблиця 1

Природно-ресурсний потенціал Волинської області в розрізі адміністративних районів [5]

Адміністративні райони	Потенціал ресурсів, % від загальнодержавного		
	Лісових	Природних рекреаційних	Сумарний
Володимир-Волинський	0,117	0,049	0,166
Горохівський	0,062	0,078	0,14
Іваничівський	0,045	0,06	0,105
Камінь-Каширський	0,382	0,097	0,479
Ківерцівський	0,374	0,207	0,581
Ковельський	0,165	0,045	0,21
Локачинський	0,07	0,035	0,105
Луцький	0,043	0,133	0,176
Любешівський	0,235	0,062	0,297
Любомльський і Шацький	0,385	0,224	0,609
Маневицький	0,356	0,146	0,502
Ратнівський	0,207	0,08	0,287
Рожищанський	0,057	0,056	0,113
Старовижівський	0,136	0,063	0,199
Турийський	0,115	0,05	0,165
По області	2,749	1,557	4,306

За господарським значенням приватні ліси Волинської області поділяються на дві групи. Такий розподіл заснований на принципах диференційованого використання різноманітних властивостей лісу і визначеної спеціалізації лісового господарства з метою підвищення його ролі у системі господарського комплексу. Поділ лісів на групи за господарським значенням лежить в основі сучасної організації розвитку лісового господарства.

Ліси першої групи займають 110,5 тис. га (16 % лісів державного фонду області). До них відносяться ліси зеленої зони (38,1 тис. га), в тому числі ліси Шацького природного національного парку (12,0 тис. га), особливі ліси і лісові масиви (25,7 тис. га), захисні смуги вздовж залізниць (6,3 тис. га), захисні смуги вздовж автомобільних доріг (8,7 тис. га), охоронні смуги лісів уздовж річок (18,9 тис. га). Ліси першої групи виконують винятково важливу роль у стабілізації й оздоровленні навколишнього середовища, забезпеченні охорони здоров'я населення, створенні сприятливих умов для розвитку сільського господарства, збереженні і збільшенні фауни, флори і т. п. Проведення рубок у лісах цієї групи обмежене і потребує спеціального дозволу місцевої влади та керівних структур Волинського обласного управління лісового господарства [3].

Ліси другої групи займають 592 тис. га (84 % лісів державного лісового фонду області). До них належать експлуатаційні ліси (314,8 тис. га), а також захисні ліси (18,5 тис. га). Лісові масиви другої групи є основою для проведення промислової рубки і господарчого використання деревини у Волинській області.

Найважливішою лісогосподарською проблемою є недосконале та неефективне використання лісового фонду, яке вважається особливо актуальним унаслідок не-

достатньої площі лісів та обмеженими резервами для залучення в лісогосподарське виробництво нових земель [1]. Окрім того, 12,8 тис. га лісових площ (2,7 % лісів державного лісового фонду) уражені хворобами, близько 182,5 тис. га лісів (38 %) перебувають у зоні радіоактивного забруднення. Тобто, близько 40,7 % лісів державного лісового фонду вимагають проведення особливих заходів захисту і збереження. Найважливішим лісогосподарським завданням є раціональне та ефективне використання земель лісового фонду, всіх його ресурсів.

Висновок. На сучасному етапі розвитку території пропонується проведення комплексу заходів з охорони, раціонального використання та збагачення лісових ресурсів державного лісового фонду:

- розгортання лісовідновлювальних робіт;
- реконструкція малоцінних насаджень;
- утворення лісонасаджень з використанням високоякісного селекційного посадкового матеріалу;
- збагачення лісових ресурсів і закладка плантацій лікарських рослин;
- розроблення програми та реалізація системи протипожежних заходів;
- створення дієвої авіаохорони лісів;
- захист лісів від шкідників і хвороб;
- заготівля дикорослої лікарської сировини;
- заготівля харчової продукції лісу;
- раціональне використання відходів лісу;
- рекреаційне використання лісів та догляд за ними.

Таким чином, аналіз сучасного стану лісового фонду та його динаміки, виявлення проблем та обґрунтування схем раціонального використання, збереження та розширеного відтворення лісів в обласному регіоні виступає однією з центральних ланок регіональної соціально-економічної політики і має не лише пізнавальне, а й практичне значення, адже відомості про лісовий фонд і тенденції його розвитку є основою для планування лісокористування та лісовідновлення [1].

Бібліографічні посилання

1. Бондар В. С. Комплексне використання і охорона лісів / В. С. Бондар, Д. А. Телішевський. – К., 1985. – 182с.
2. Генсірук С. А. Ліси – багатство і краса землі / С. А. Генсірук. – К., 1980. – 211 с.
3. Єврорегіон Буг: Волинська область / За ред. Б. П. Клімчука, П. В. Луцишина, В. Й. Лажніка. – Луцьк., 1997. – 448 с.
4. Волинська область (Географічний нарис) / Л. М. Корецький. – К., 1960. – 133 с.
5. Коцан Н. Н. Територіальна організація лісопромислового комплексу Волинської області : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. геогр. наук / Н. Н. Коцан. – Луцьк, 1994. – 16 с.
6. Павліха Н. В. Оптимізація використання та охорони природних ресурсів: регіональний контекст / Н. В. Павліха, В. А. Голян. – Луцьк, 2002. – 120 с.
7. Географія природно-ресурсного потенціалу України / В. П. Руденко. – Львів, 1993. – 240 с.
8. Статистичні матеріали Волинського обласного управління лісового господарства. – Луцьк, 2000–2007 рр.

Надійшла до редколегії 12.12.09

ІСТОРИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 91(477.63)(09)

О. В. Троценко

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ПРОБЛЕМИ ГЕОГРАФІЧНОГО ДжЕРЕЛОЗНАВСТВА В ІСТОРИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ (НА ПРИКЛАДІ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Визначено інформаційний потенціал джерельної бази розвитку території сучасної Дніпропетровської області, окреслені проблеми використання історичних джерел в історико-географічних дослідженнях регіонального рівня.

Ключові слова: географічне джерелознавство, історичне джерело, джерелознавчий аналіз, класифікація, періодизація, історико-географічні дослідження, історико-географічний аналіз.

Определен информационный потенциал источниковой базы развития территории современной Днепропетровской области, обозначены проблемы использования источников в историко-географических исследованиях регионального уровня.

Ключевые слова: географическое источниковедение, исторический источник, источниковедческий анализ, классификация, периодизация, историко-географические исследования, историко-географический анализ.

Information potential of source base of the modern Dnipropetrovsk region territory development is detected. The problem of sources in historical and geographical research at the regional level is identified.

Key words: geographical study of sources, historical sources, classification, periodization, historical and geographical researches, historical and geographical analysis

Аналіз стану проблеми. Дослідження історико-географічного розвитку регіону неможливе без вивчення джерельної бази та її критичного аналізу. Пріоритет дослідження джерел інформації на предмет інформативності, достовірності, доступності, характеру подання інформації, часу створення, наукової цінності належить насамперед історичним наукам, зокрема спеціальній дисципліні – джерелознавству. Але внаслідок розвитку історичних досліджень окремих галузей науки, наприклад, географії, туризмології тощо, джерелознавчі методи набувають міждисциплінарних рис. Залежно від характеру досліджуваної інформації, точки зору на історичне джерело та цілей його використання, джерелознавчі методи доповнюються окремими суто науковими прийомами та методами, що у сукупності дозволяє казати про конкретні методики (наприклад в історико-географічних дослідженнях різного масштабу неможливо обійтись без використання, а отже й джерелознавчого дослідження історичних картографічних джерел). Але на відміну від суто джерелознавчих досліджень, де вивчається історична цінність джерела як відображення відповідної епохи, науково-технічного розвитку суспільства тощо, історико-географічне дослідження передбачає порівняння джерела із сучасними картографічними творами, виявлення змін навколишнього середовища, ступінь вивченості або (та) освоєності території тощо. Таке дослідження не можливе без врахування можливих неточностей або помилок, допущених під час створення джерела внаслідок недосконалостей технологій, браку знань тощо. Отже, як бачимо, джерелознавче дослідження з історико-

географічних позицій доповнюється історико-географічними методами та складає основу історико-географічного аналізу).

Головною проблемою під час використання історичних джерел є їх різноманітність та «різномасштабність», що, у свою чергу потребує узгодження для як найповнішого виявлення потрібної інформації. Інформаційний потенціал джерел досить неоднорідний внаслідок того, що період дослідження охоплює понад 200 років, протягом яких відбувався розвиток науки, техніки та суспільної думки. Праці, що вивчалися, різнилися за об'єктом досліджень, інформаційною змістовністю, достовірністю, ступенем науковості, охопленням території, що обумовило необхідність оцінки їх як джерел інформації.

При дослідженні писемних джерел, виявлялися відмінності між назвами населених пунктів, природних об'єктів, локальної прив'язки того чи іншого об'єкта. У більшості випадків не можливо було взагалі визначити місце розташування окремих об'єктів (наприклад населених пунктів) через те, що автором подавалася неточна або хибна прив'язка, яка не узгоджувалася з іншими джерелами. Отже постало питання достовірності та інформативності того джерела, яке використовувалося при вивченні зниклих географічних об'єктів минулого.

Формування цілей та завдань. Метою роботи є дослідження джерельної бази розвитку регіону, розробка класифікації історичних джерел за характером подання інформації (писемні та картографічні), функціональним призначенням та часом створення відповідно до обґрунтованої періодизації розвитку географічних уявлень про територію області з середини XVI до початку XXI ст. з метою визначення їх інформативності, достовірності та можливості використання в історико-географічних дослідженнях регіонального рівня.

В основу дослідження покладені писемні джерела кінця XVII – поч. XXI ст., які зберігаються в національній бібліотеці ім. Вернадського (відділи рідкісних видань та стародруків, рукопису та зала картографії), Дніпропетровській національній бібліотеці ім. О. Гончара (відділ рідкої книги), а праці джерелознавчого характеру, опубліковані та оцифровані джерела, розміщені в мережі World Digital Library.

Виклад основного матеріалу дослідження. Узагальнення існуючих періодизацій розвитку наукової думки, здійснене на основі досліджень А. Г. Ісаченко (1972), Я. І. Жупанського (1997), Г. І. Денисика (1998), Я. Б. Олійника (2007) та інших [1–5] із врахуванням перебігу загальноісторичного процесу, дозволило виявити наступні етапи становлення географічних уявлень про територію Дніпропетровщини-Катеринославщини:

- етап описів природи та культури краю (підетапи перших описів, літописів та іноземних спостережень та середньовічний [3]) охоплює часовий період із найдавніших часів (I – II в. до н. е.) до кінця XVIII ст.;
- етап зародження комплексних наукових досліджень включає праці, написані протягом відрізка часу, нижньою межею якого є кінець XVIII ст., а верхньою – початок XX ст.;
- етап становлення комплексних досліджень (підетапи зародження і становлення наукових шкіл, новітній) охоплює часовий відрізок з 20-х років XX ст. до початку XXI ст.

Подальше дослідження згрупованих за часом створення протягом відповідного етапу історичних джерел передбачало їх класифікацію за часом створення згідно історії географічних та історичних досліджень регіону, а також загального розвитку географічної науки, а також за призначенням та галуззю наукового знання. У результаті виділені наступні групи історичних джерел:

- I – офіційні документи (збірники нормативно-правових актів, звіти, офіційні статистичні видання та довідники);

2 – наукові праці (географічні словники та лексикони, історичні та географічні описи тощо);

3 – публікації у періодичних виданнях наукового характеру;

4 – записки, щоденники, рукописи тощо;

5 – путівники, праці довідникового характеру.

Більшість досліджених праць, складених протягом першого етапу розвитку географічної науки стосовно території Придніпров'я є комплексними історико-географічними описами краю, що вміщують водночас відомості про фізико-географічні особливості території і дані про історію, культуру побут населення. Це здебільшого географічні описи мандрівників, вчених, що подорожували територією сучасної України. На перших етапах вивчення території краю досить важко визначити конкретні групи джерел, адже описи, спогади, путівні записки в той же час являли собою наукові праці, або навіть були офіційними звітами. Серед вивчених наукових праць другого під етапу треба зазначити такі, що присвячені дослідженню кількості та складу населення – 1 праця, промисловості та господарства – 3. Історичні джерела середньовічного підетапу включають різноманітні офіційні збірки документів, переважно звіти урядових осіб стосовно козаків та Запорізької Січі – всього 10 документів. Наукові праці представлені історико-географічними описами – всього 9 праць. Особливим історичним джерелом цього підетапу є подорожні записки та щоденники – 7 джерел. Усього досліджено 36 праць даного етапу.

Другий етап – зародження комплексних наукових досліджень – охоплює комплексні та галузеві вивчення території сучасної Дніпропетровської області, що проводилися наприкінці XVIII ст. та протягом XIX ст. Початок даного етапу обумовлений необхідністю вивчення українських земель, що увійшли до складу Російської імперії внаслідок закінчення Російсько-турецької війни, а також дослідження всієї території імперії для подальшого керування нею. Саме у цей період фахівцями – співробітниками Академії Наук Російської імперії була здійснена ціла низка «вчених подорожей» по невідомим ділянкам Російською імперією, в тому числі і територією Степової України та Криму. Наслідком цих подорожей стала низка «географических землеописаний, географо-статистических, топографических и физических обзрений» характеризується спеціалізацією наукових досліджень, з'являється особливе джерело методичного характеру – підручники та навчальні посібники з курсу «Вітчизнознавство» («Отечественноеведение»). Всього досліджено 76 праць даного етапу.

Третій етап включає підетапи становлення географічних наукових шкіл, новітній, охоплює часовий відрізок з 20-х років XX ст. до початку XXI ст. і характеризується виокремленням в межах загальної системи географічних наук фізичної та економічної географії як самостійних галузей знань, зародженням ландшафтознавства та фізико-географічного районування, вивченням взаємодії людини і природи, комплексними експедиційними дослідженнями, збільшенням частки галузевих досліджень, як природничого (досліджено 6 комплексних наукових праць), так і соціально-економічного характеру (45 праць), особливу групу складають наукові джерела, створені у зв'язку із Великими розбудовами комунізму.

Останній підетап характеризується появою нового виду історичного джерела – електронного документу. До них належать використані сайти Дніпропетровської обласної ради, облдержадміністрації, державного статистичного комітету, міністерства надзвичайних ситуацій України, бібліотеки ім. Вернадського, Дніпропетровської обласної наукової та центральної міської бібліотек. Вони містять відомості про зміни в географічному середовищі за останні 16 років. Праці новітнього підетапу мають велике значення як джерела теоретико-методологічного досвіду дослідження, в якості джерел

інформації про ВГО регіону були використані офіційні довідники та статистичні збірки – всього 20 праць.

Таким чином, можна зробити наступні **висновки** щодо достовірності та можливості використання праць зазначених періодів:

По-перше, літописи та запорізькі рукописи можуть лише засвідчувати фактичне існування тих чи інших географічних об'єктів на період складання відповідних творів. Літописи, що містять інформацію про північ сучасної Дніпропетровської області, також подаються у сучасній праці «Описи Лівобережної України кінця XVIII – початок XIX ст.». Завдяки цим джерелам можливе визначення приблизного віку окремих поселень на території області, а також етапів формування структури географічних знань про регіональний компонент ГО. При цьому як джерела історико-географічної інформації вони можуть бути використані лише частково через те, що охоплюють лише окремі ділянки сучасної території області (переважно північну частину та вздовж Дніпра), а також внаслідок того, що містять узагальнену інформацію;

По-друге, наукові праці XVIII ст. та іноземні описи внаслідок суб'єктивного сприйняття інформації, відсутності постійного населення краю, певного рівня розвитку наукових знань та технічного оснащення мандрівників відповідного періоду містять дуже стислі і не завжди достовірні відомості про територію сучасної Дніпропетровської області, тому можуть використовуватися за умови порівняння отриманих даних із сучасними історичними писемними та картографічними джерелами;

По-третє, проаналізовані географічні словники та лексикони, складені за відрізок часу майже у сторіччя (1773 – 1863 рр.), містять стислу інформації про найбільш відомі географічні об'єкти. Тому, хоча і рівень достовірності інформації є достатньо високим для творів того часу, обсяг необхідної інформації є досить малим. Зазначені твори мають спільні риси. По-перше, це виділення 13 порогів, до яких помилково відносилися великі забори, що свідчить про невизначеність поняття порога як літологічного об'єкта. По-друге, нечіткість у передачі географічних назв, що засвідчує відсутність достатньої кількості постійного населення на теренах сучасної Дніпропетровської області, яке на той час було єдиним джерелом отримання дослідниками топонімічної інформації. По-третє, повторювання помилок щодо певних географічних об'єктів, яке траплялося при невизначеності походження об'єкта: це стосується Новобогородицької фортеці на річці Самара; невідповідність відстаней, яка пояснюється недостатнім розвитком технічного оснащення;

По-четверте, використані офіційні документи першого етапу мають достатньо високий рівень достовірності, але малий обсяг історико-географічної інформації. Винятком є «Доношение» Данила Апостола – офіційний звіт керівництву, що містить великий обсяг інформації, яка є достовірною тільки певною мірою. Офіційні документи другого та третього етапів, зокрема офіційні звіти та статистичні довідники мають високий ступінь інформативності та містять різнопланову інформацію суспільно-економічного характеру;

По-п'яте, більша частина даних про географічні об'єкти, що розташовувалися на території сучасної Дніпропетровської області, була отримана з наукових праць істориків та географів другої половини XIX сторіччя. Більшість вчених-істориків не відокремлювала людський розвиток від території, на якій він відбувався. Тому їх праці містять багатопланову інформацію про географічні об'єкти, розташовані на досліджуваній території. Низка історичних праць присвячена історії колонізації степових районів України та історії козацтва, що обумовило наявність у цих працях інформації про розвиток землекористування та формування антропогенних ландшафтів. Географічні праці містять достовірну та достатню інформацію, та в більшості випадків узгод-

жуються одна з одною. Характер географічних описів цього часу передбачає застосування карт та планів відповідного періоду, а також сучасних картографічних творів.

Бібліографічні посилання

1. Исаченко А. Г. Развитие географических идей / А. Г. Исаченко. – М., 1971. – 400 с.
2. Жупанський Я. І. Історія розвитку географії в Україні / Я. І. Жупанський – Л., 1997. – 264 с.
3. Денисюк Г. І. Антропогенні ландшафти Правобережної України / Г. І. Денисюк. – В., 1998. – 289 с.
4. Олійник Я. Б. Географічна наука в Україні: становлення і розвиток / Я. Б. Олійник, Н. Краснопольська. – К., 2007. – 148 с.
5. Зеленська Л. І. Методологічні проблеми розробки інформаційної системи «Розвиток географічних уявлень про територію регіону» (на прикладі Дніпропетровської області) / Л. І. Зеленська, О. В. Троценко // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: зб. наук. праць. – 2009. – 4 с.

Надійшла до редколегії 01 02 10

УДК 911.3

Г. О. Таран

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

КЛАСИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ІСТОРИКО-ГЕОГРАФІЧНОЇ СТАДІАЛЬНОСТІ ПРОЦЕСІВ ЗАСЕЛЕННЯ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ УКРАЇНИ

Розглядаються поняття «джерела для історико-географічного дослідження», «категорії історико-географічних джерел», а також проблематика стадіальності заселенських процесів для території Південно-Східної України. Приведені класифікації інформаційних джерел, що подаються різними вченими. Запропонована власна комплексна класифікація джерел для дослідження історико-географічних етапів процесу заселення даного регіону України.

Ключові слова: джерельна база, джерелознавство, категорії інформаційних джерел, джерела для історико-географічного дослідження, різновиди історико-географічної інформації.

Рассматриваются понятия «источники для историко-географического исследования», «категории историко-географических источников», а также проблематика стадийности процессов заселения для территории Юго-Восточной Украины. Приведены классификации информационных источников, которые поданы разными учеными. Предложена собственная комплексная классификация источников для исследования историко-географических этапов процесса заселения данного региона Украины.

Ключевые слова: источниковедческая база, источниковедение, категории информационных источников, источники для историко-географического исследования, разновидности историко-географической информации.

Concepts «sources for history-geographical research», «categories of history-geographical sources» and also problems of stages of colonization processes of South-East Ukraine are examined. Resulted classifications of informative sources which are given different scientists. On their basis our own complex classification of sources for research of history-geographical stage of processes of settling of this Ukrainian region is offered.

Keywords: source's base, source study, categories of information sources, sources for history-geographical research, varieties of history-geographical information.

Вступ. Важливим етапом будь-якого дослідження стає збір, аналіз та систематизація вихідних даних, тобто джерельної бази. Стосовно даного терміну на сьо-

© Г. О. Таран, 2009

годніший день немає єдиного визначення. Наприклад, Я. С. Калакура, І. Н. Войцехівська та С. Ф. Павленко трактують джерельну базу як «сукупність джерел, на які спирається історичне пізнання; вона включає в себе джерела, що є продуктом людської діяльності, а також ті, що не залежать від неї: природничі, географічні тощо» [4, с. 86].

Жодна наука, мале чи велике наукове дослідження, не можуть обійтися без певної джерельної бази. Саме завдяки повноті та достовірності інформаційних джерел, дослідник має змогу об'єктивно і глибоко вивчити досліджувані ним об'єкти, явища, ситуації.

І тому ми вважаємо доцільним будь-яке дослідження розпочинати саме з вивчення інформаційних джерел.

Вихідні передумови. Загальні поняття про інформаційні джерела дає окрема наукова дисципліна – «джерелознавство». Під ним О. І. Шаблій розуміє наукову дисципліну, яка досліджує джерельну базу, представлену різними носіями інформації, і розкриває шляхи її використання [11]. Для цієї науки характерні дві основні проблеми:

- а) класифікація інформаційних джерел, які є об'єктом її дослідження;
- б) аспекти дослідження джерел.

Не дивлячись на глибину та важливість цих обох проблем джерелознавства, для даної роботи більш актуальним виступає все ж таки проблема класифікації інформаційних джерел, адже саме класифікація джерел – це невід'ємний елемент їх наукового пошуку і вивчення, який суттєво впливає на всебічність і достовірність дослідження. Багато вчених уже протягом не одного століття займаються вирішенням даного питання.

Загальним початком джерелознавства, в тому числі й класифікації джерел, можна вважати ще античні часи, коли такі автори, як Геродот, Тацит, Страбон та інші у своїх працях не тільки намагалися критично використовували джерела, але й подавали їхні перші класифікації.

Історичні, географічні праці часів Середньовіччя теж не були позбавлені зв'язку з джерелознавством, адже навіть мимоволі автори класифікували свої джерела певним чином.

Підвищений інтерес до класифікації джерел виник за доби Просвітництва, коли Д. Дідро, Вольтер, Ж. д'Аламбер не тільки розширили саме поняття «історичне джерело», але й розробили одні з перших принципів класифікації носіїв інформації.

Одну з перших спроб обґрунтування наукової класифікації джерел ще у ХІХ столітті, як зазначають у своїй праці Я. С. Калакура, І. Н. Войцехівська та С. Ф. Павленко, здійснив німецький учений Е. Бернгейм [4].

У ХХ столітті питанню класифікації інформаційних джерел були присвячені роботи М. А. Варшавчика [1], В. І. Стрельського [9], І. Д. Ковальченко [5], С. А. Марчучка [8] тощо. Ці роботи дозволили виділити навіть певні підходи: класифікація джерел за змістом, за типами і видами, за походженням, комплексні.

Що ж стосується сьогодення, то історичними джерелами, у першу чергу, займається саме історія та історичне джерелознавство, хоча і географи у своїх працях при вивченні певного матеріалу проводять класифікування інформаційних джерел. Серед історико-географів цим питанням займалися:

- 1) дослідники минулих століть (до сер. ХІХ ст.): К. І. Арсеньєв, В. Г. Андрюсов, В. Н. Татищев;

2) дослідники сер. ХІХ – поч. ХХ ст. і радянські дослідники: В. К. Яцунський, М. К. Любавський, А. А. Спіцин, В. В. Самаркін, В. М. Кабузан, В. С. Жекулін, В. Л. Єгоров, Ю. В. Поросьонков;

3) дослідники періоду незалежної України: В. П. Круль, Я. І. Жупанський.

Кожен з них у своїх працях про дослідження різних регіонів наводить деякі приклади класифікації джерел. Наприклад, В. П. Круль досліджує Галичину і Карпато-Подільський регіон [6; 7], Я. І. Жупанський – Чернівецьку область [2; 3]. По відношенню ж до регіону Південно-Східної України як таких досліджень етапності процесів заселення немає, і тому як саме дослідження, так і вивчення та класифікація інформаційних джерел до даної роботи, є досить актуальним науковим завданням.

Виклад основного матеріалу. Джерело, як зазначає І. Д. Ковальченко, – це носій інформації, що виник як продукт розвитку природи і людини, й відбиває той чи інший бік людської діяльності [5].

Джерело історико-географічної інформації має двоякий зміст. З одного боку, це носій історичної та географічної пам'яті, тобто інформації або відомостей про ту чи іншу подію, явище, особу, місце, які необхідні й корисні для роботи будь-якого науковця і без яких неможливо відтворити минуле, а значить і пізнати сьогодення. З іншого боку, джерело – це історичний факт, будь-яке явище культури, соціально-економічного чи політичного життя, яке вже саме по собі потребує вивчення і дослідження, оскільки є результатом діяльності людини, суспільства. Щоб охопити все розмаїття та багатство джерельної бази, диференціювати, осмислити її, необхідно здійснити класифікацію джерел.

Джерелознавство розглядає класифікацію носіїв інформації як поділ усієї їхньої маси на групи за певною суттєвою спільною ознакою, характерною для кожної групи [5]. Класифікаційна робота допомагає виявити в джерелах найбільш характерні ознаки, їхню повторюваність, установити певні закономірності й особливості утворення джерел і на цій основі обґрунтувати вибір методів їхнього опрацювання та використання.

Сучасне українське джерелознавство за основу класифікації інформаційних джерел узяло підхід відомих учених М. Варшавчика [1] й І. Ковальченко [5]. Згідно їхньої класифікації, всі джерела поділяються на шість типів, залежно від способу кодування в них інформації:

1) *речові джерела в усіх їхніх різновидах* – це будь-які матеріальні речі та предмети: пам'ятки архітектури, знаряддя праці, предмети і речі домашнього вжитку тощо;

2) *словесні (вербальні) джерела* – особливий тип джерел, який характеризується тим, що визначальною ознакою для них виступає слово в усній, письмовій чи іншій формі, яке фіксує мову людини: лінгвістичні джерела, джерела усної творчості, писемні пам'ятки;

3) *зображальні (іконографічні) джерела* – такий тип джерел, інформація в яких зафіксована у вигляді різноманітних зображень: від наскельних малюнків і фресок до фотографій і творів кіномистецтва. Також до цього типу належать джерела, що містять графічну інформацію, тобто її вираження за допомогою наочних графічних зображень;

4) *звукові (аудіальні) джерела* – це великий масив джерельної інформації, яка на відміну від словесної, зафіксована переважно музичними звуками: музичні твори, записи усної мови, що супроводжується музикою чи іншим звуковим оформленням;

5) *поведінкові джерела* фіксують інформацію, що відображає поведінку, дії, вчинки людей, обряди, звичаї, ритуали, які сприймаються візуально або відтворюються художніми, поведінковими засобами: весілля, свято врожаю, мітинги тощо;

б) *конвенціональні джерела* (від лат. «convencio» – угода, умова) – це джерела умовних позначень. Саме умовні знаки виступають тут символами, що містять у собі відкрити або зашифровану інформацію.

Для загальногеографічних досліджень звичайно всі ці типи джерел будуть важливими носіями інформації, проте в нашій роботі найціннішими і такими, що максимально висвітлюють дане питання (процеси заселення регіону), джерелами виступають словесні (саме писемні пам'ятки), зображальні та конвенціональні, які доволі часто поєднуються в одному документі (такі джерела називають комплексними).

Інші ж учені, наприклад, В. В. Фарсобін [10], С. А. Макарчук [8] та О. І. Шаблій [11], поділяють джерела на дві головні групи залежно від того несуть ці джерела безпосередньо чи опосередковано інформацію:

1) джерела-залишки, до яких належать матеріально-речові фрагменти минулих спок;

2) джерела-традиції (переважно писемні носії інформації), які фіксують особливості певної території у певний час або характеризують теоретичні, методологічні чи метатеоретичні, фундаментальні чи прикладні аспекти розвитку будь-якої науки у певну епоху.

Для вивчення історії географії джерела-залишки не мають істотного значення, в той час, як джерела-традиції виступають головними носіями інформації. Саме аналіз, вивчення та співставлення наукової інформації, що зосереджена в них, дає в результаті повну характеристику історичного процесу розвитку, структури, функціонування географічної науки в цілому та окремих її складових зокрема.

Під час проведення нашого дослідження була зібрана певна джерельна база, інформація якої стала основою до даної роботи. Виходячи з усіх вище зазначених класифікацій, що подаються різними вченими, ми вважасмо доцільним розробити свою власну комплексну класифікацію інформаційних джерел, яка дозволить найбільш детально вивчити наявні джерела для нашого дослідження процесів заселення Південно-Східної України.

Пропонується поділити інформаційні джерела, що використовуються в нашому дослідженні, наступним чином (рис. 1).

За своєю суттю історико-географічне дослідження є, передусім, дослідженням письмових джерел як пам'яток культури, що відображають географічні реалії певного часу. Тому в нашому дослідженні дуже важливо детально вивчити саме ці матеріали.

Але є багато джерел, які поєднують у собі одночасно ознаки декількох видів носіїв інформації. Це, наприклад, економіко-географічні, економіко-статистичні (господарські), військово-топографічні описи, статистичні описи губерній, які є водночас і науковими працями, і видами статистичних джерел часто із значною кількістю іконографічних матеріалів.

Також у нашому дослідженні можна виділити певні різновиди історико-географічної інформації для вивчення процесів заселення даного регіону (табл. 1).



Рис. 1. Класифікація історико-географічних джерел

Таблиця 1

Різновиди історико-географічної інформації для вивчення процесів заселення Південно-Східної України

Категорія	Визначення	Типові приклади
Статистичні описи	Письмові джерела, що поєднують у собі особливості вербальних та статистичних матеріалів. Вони представляють собою не тільки перелік основних даних стосовно певних об'єктів дослідження, а й надають комплексний опис (населення, міст, сіл, природних умов і ресурсів, економіко-соціального розвитку регіонів)	«Статистическое описание Российской империи» Є. Зябловського 1808 р., «Румянцевское описание» 1765-1769 рр., «Статистические очерки России» К. І. Арсеньєва, 1848 р.
Літописи	Письмове джерело у вигляді опису, в якому події, як правило, викладаються у хронологічному порядку	«Київський літопис» XII ст., «Козацький літопис Самійла Величка» 1700 р., «Повне зібрання Руських літописів» 1871 р.
Матеріали Генерального межування	Матеріали Генерального межування представлені двома джерелами – картами та «Економічними примітками». Передають статистичні дані разом з географічної прив'язкою про населенні пункти, земельні володіння, особливості землекористування. Також приведені описи багатьох міст Російської імперії	«О государственном Генеральном межвании России» 1868 р.
Військово-топографічні та військово-статистичні описи	Військові описи і карти, які передають інформацію про природу, населені пункти, землекористування, промисли тощо	«Военно-статистическое обозрение Российской империи» 1849 р.
Географічні описи і словники	Письмові матеріали, що містять описи населених пунктів, господарства (сільське господарство, промисловість), природних умов регіонів	«Полное географическое описание нашего отечества» В. П. Семенова-Тянь-Шанского, 1910 р.

Категорія	Визначення	Типові приклади
Монографії	Професійні наукові праці авторів, що присвячені різним аспектам дослідження регіонів	«История Малороссии» М. Маркевича, 1842–1843 рр., «Монографии по истории Западной и Юго-Западной России» В. Б. Антоновича, 1885 р., «Заселение Новороссии (Екатеринославской и Херсонской губерний) в XVIII – пер. пол. XIX в. (1719–1858)» В. М. Кабузана, 1976 р.
Акти й описи історії церкви	Дають уявлення не тільки про внутрішнє життя церкви, але й про соціально-економічні відносини в країні, а особливо про духовне життя суспільства	«Материалы для историко-статистического описания Екатеринославской Епархии: Церкви и приходы прошедшего XVIII столетия» Ф. Макаревского, 1880 р.
Матеріали ревізій	Письмові й статистичні дані про численність, стан, структуру населення країни. Проводилися переважно з метою контролю за збором податків та обліку рекрутів	Ревізії у Російській імперії, 1719–1858 роки.
Актові матеріали	Правові документи, в яких зафіксовані договори, угоди між приватними особами, між державою і приватними особами, між державою і церквою тощо; а також законодавчі та нормативні документи органів влади всіх рівнів, що передають характер взаємовідносин в усіх сферах життя суспільства	«Повне зібрання законів Російської імперії» 1830 р.
Топографічні карти	Картографічні джерела, які відображають просторову інформацію стосовно стану країни на певний період.	Карти Шуберта 60–90-ті рр. XIX ст.; карти Стрельбицького 1874 р.; Атлас Ільїна 1871 р.; Атласи Російської імперії XVIII–XIX ст.; Карти РККА, карти ГенШтабу СРСР 1950 р.

Також дуже важливими джерелами у нашого дослідження виступають іконографічні носії, переважно картографічні твори: різного виду карти й атласи чи серії карт. Саме карта дає нам необхідну просторову інформацію, яку можна зчитувати і трансформувати з метою одержання нової геопросторової інформації. У нашому дослідженні детально вивчаються не тільки карти й атласи сьогодення, але й картографічні твори минулих епох, щоб отримати повноцінну дійсну інформацію щодо історико-географічної стадіальності процесів заселення Південно-Східної України.

Висновки. Здійснений аналіз джерельної бази для історико-географічного дослідження процесів (стадій) заселення території Південно-Східної України дозволяє зробити наступні висновки:

1) на сьогоднішній день існує багато трактувань поняття «історико-географічне джерело» та досі не має однозначних загальноприйнятих класифікацій, за якими дослідник може їх про класифікувати. У даній роботі ми намагалися допомогти вирішити цю проблему завдяки розробці своєї власної комплексної класифікації інформаційних джерел, яка дозволяє найбільш детально вивчити наявні джерела для дослідження процесів заселення Південно-Східної України;

2) об'єктивний аналіз наявної літератури з проблеми дає підстави стверджувати, що відсутність у вітчизняній історичній науці комплексних та узагальнюючих історіографічних досліджень з історії заселення регіону Південно-Східної України призвела до ситуації, за якої в новітніх наукових розвідках представлена неповна історіографічна база, що негативно позначається на загальному стані науки. Незважаючи на існуючий значний масив наукової літератури узагальнюючого характеру з історіографії, фактично відсутні, або представлені працями локального характеру, спеціальні історіографічні дослідження з історії заселення даного регіону.

Саме тому необхідність аналізу з точки зору сучасної методології проблеми та подання неупередженої картини історико-географічної стадіальності процесів заселення Південно-Східної України є доволі актуальним та важливим дослідженням.

Бібліографічні посилання

1. **Варшавчик, М. А.** О структуре источниковедческой критики / М. А. Варшавчик // Источниковедение отечественной истории: Сб. статей. – М., 1980. – С. 23–38.
2. **Жупанський, Я. І.** Історичні особливості формування поселень Чернівецької області / Я. І. Жупанський, В. О. Джаман // 50 років возз'єднання Північної Буковини, Хотинського, Акерманського та Ізмайльського повітів Бесарабії з Радянською Україною у складі СРСР: Тези доп. респ. наук. конф. – Чернівці, 1990. – С. 91–92.
3. **Жупанський, Я. І.** До питання про часові особливості заселення та перетворення території Карпато-Подільського регіону / Я. І. Жупанський, В. П. Круль, М. Д. Заячук // Матеріали наук. конф., присв. 120- річчю заснув. Чернів. ун-ту. – Чернівці, 1995. – Т. 3. – 95 с.
4. Історичне джерелознавство: Підручник / Я. С. Калакура, І. Н. Войцехівська, С. Ф. Павленко. – К., 2002. – 488 с.
5. **Ковальченко, И. Д.** Исторический источник в свете учения об информации / И. Д. Ковальченко // История СССР. – 1982. – № 3. – С. 143–150.
6. **Круль, В. П.** Заселення території Галичини (хронологічні і хорологічні аспекти) / В. П. Круль // Українське Полісся: вчора, сьогодні, завтра: Зб. наук. праць. – Луцьк, 1998. – С. 131–134.
7. **Круль, В. П.** Ретроспективно-географічна основа екістичної характеристики регіону (історико-географічної зони Західної України) / В. П. Круль, Г. Я. Круль // Україна: географічні проблеми сталого розвитку. – 2004. – Т. 2. – С. 252–254.
8. **Макарчук, С. А.** Писемні джерела з історії України / С. А. Макарчук. – Л., 1999. – 352 с.
9. **Стрельский, В. И.** Теория и методика источниковедения истории СССР / В. И. Стрельский – К., 1976. – 227 с.
10. **Фарсобин, В. В.** Источниковедение и его метод / В. В. Фарсобин. – М., 1983. – 231 с.
11. **Шаблій, О. І.** Історичні виміри української географії / О. І. Шаблій // Історія української географії. – Тернопіль, 2000. – Вип. 1. – С. 7–15.

Надійшла до редакції 20.12.09

УДК 314. 13 (477. 63)

Н. А. Горожанкіна

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ НАРОДЖУВАНОСТІ ТА ЙОГО ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК З ОСВІТНІМ РІВНЕМ ЖІНОК

Досліджено динаміку й особливості народжуваності в Дніпропетровській області, зокрема, серед сільського та міського населення в 1950–2008 рр., виділено та проаналізовано періоди, за якими чітко простежується тенденція щодо зменшення чисельності народжених. Виконано порівняння динаміки загального коефіцієнту народжуваності в Україні та ряді розвинутих європейських країн. Установлено взаємозв'язок народжуваності та освітнього рівня жінок, що проживають у сільській та міській місцевостях Дніпропетровської області.

Ключові слова: народжуваність, коефіцієнт народжуваності, освітній рівень, регіон.

Исследованы динамика и особенности рождаемости в Днепропетровской области, в частности, среди сельского и городского населения в 1950–2008 гг., выделены и проанализированы периоды, по которым четко прослеживается тенденция относительно уменьшения численности родившихся. Выполнено сравнение динамики общего коэффициента рождаемости в Украине и ряде развитых европейских стран. Установлена взаимосвязь рождаемости и образовательного уровня женщин, проживающих в сельской и городской местностях Днепропетровской области.

Ключевые слова: рождаемость, коэффициент рождаемости, образовательный уровень, регион.

A dynamics and features of birth-rate is investigational in Dnepropetrovsk area, in particular, among a rural and city population in 1950–2008, selected and analysed periods on which a tendency is expressly traced in relation to diminishing of quantity of givings birth. Comparison of dynamics of general coefficient of birth-rate is executed in Ukraine and row of the developed European countries. Intercommunication of birth-rate and educational level of women which live in rural and city localities of Dnepropetrovsk area is set.

Keywords: birth-rate, coefficient of birth-rate, educational level, region.

Вступ. Зміни в економічному та політичному житті нашої країни зачіпають усі області людської життєдіяльності. Становлення інформаційного суспільства вимагає якісного підвищення освітнього потенціалу країни, чим висуває сферу освіти на перший план суспільного розвитку. Народжуваність виступає одним із визначальних чинників, який, значною мірою, впливає на величину працересурсного потенціалу. Масштаби освітньої галузі, у першу чергу, залежать від чисельності дітей та молоді, які здобувають та будуть здобувати освіту. Від рівня народжуваності залежить і наповнюваність учнями класів у школах, необхідна кількість вчителів. У свою чергу, рівень освіти впливає на народжуваність (кількісно і у періоді часу) і міграцію населення. Так, рівень освіти має певну роль у розподілі трудових ресурсів по території, галузям і професіям.

Постановка проблеми. Теоретико-методологічні основи дослідження процесів народжуваності та освітнього рівня населення висвітлювались у працях Б. Л. Вульфсона, В. О. Джамана, В. В. Загороднього, О. В. Коржа, Р. Пресса, В. П. Томина, О. Г. Топчієва, А. В. Степаненка, О. У. Хомри та ін. Особливої уваги заслуговує монографія «Населення України. Народжуваність в Україні у контексті суспільно-трансформаційних процесів» [11], в якій, зокрема, надається характеристика процесу народжуваності та освітнього рівня жінок. Але залишається багато питань, які вивчені ще недостатньо глибоко та неповно, а деякі з них не розглядалися зовсім, особливо на регіональному рівні.

© Н. А. Горожанкіна, 2010

Мета дослідження. Основною метою роботи є аналіз динаміки процесів народжуваності в Україні та в Дніпропетровському регіоні як складової відтворення міського і сільського населення, простеження процесів взаємозв'язку між народжуваністю та освітнім рівнем жінок.

Виклад основного матеріалу. Аналіз показників народжуваності в Дніпропетровській області впродовж 1950–2008 рр. дозволяє нам виділити три періоди, за якими чітко простежується тенденція щодо зменшення чисельності народжених (рис. 1).

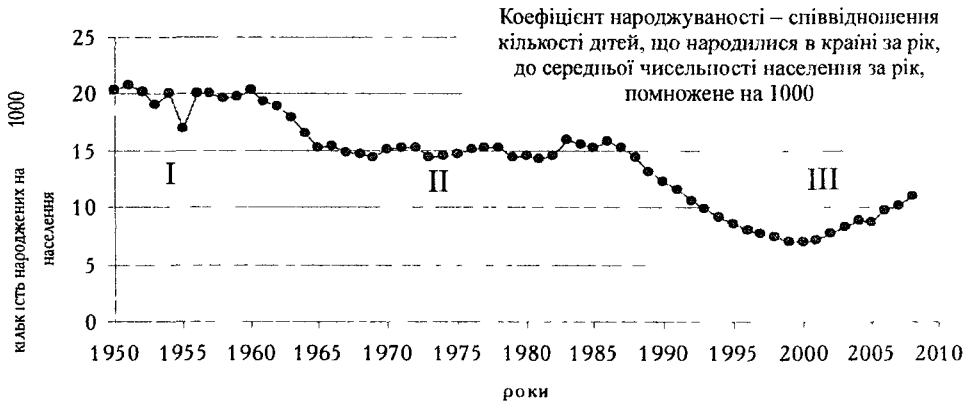


Рис. 1. Динаміка народжуваності в Дніпропетровській області впродовж 1950–2008 рр. серед сільського та міського населення, % (складено автором за матеріалами [4; 9; 10; 15])

Перший період охоплює 1950–1964 рр. Середній показник народжуваності становив 19,3 %. Чітко простежується різке падіння народжуваності в 1955 році (рис. 1), що можна пояснити вступом покоління голодомору 1932–1933 рр. в дітородний вік.

Саме на цей період припадала максимальна кількість народжених, що пояснюється настанням так званого «компенсаторного періоду» після Великої Вітчизняної війни. Із завершенням війни була здійснена масова демобілізація військовослужбовців. Її демографічні наслідки полягали в тому, що вона супроводжувалася возз'єднанням сімей, тобто поверненням чоловіків до сімей, утворенням нових сімей, укладанням шлюбів. Порушена війною диспропорція статей на кінець 50-х рр. почала нормалізуватись. У регіоні відбудовували зруйноване господарство. У перший період відбувалося розширення і модернізація дореволюційних та довоєнних підприємств міста, з'явилися такі об'єкти, як Південний машинобудівний завод, Дніпровський машинобудівний завод, радіозавод, Придніпровська ТЕС, завод важких пресів, шинний завод. Поряд з інтенсивним промисловим будівництвом простежувався і активний розвиток системи шкільної освіти. Актуальною проблемою формування соціальної інфраструктури Дніпропетровська стало створення сприятливих умов для життя і праці місцевого населення. Рівною мірою зросла потреба у поліпшенні системи освіти Дніпропетровській області для забезпечення промисловості регіону власними кадрами і формування умов гармонійного розвитку особи. Усе це привело до зростання народжень не лише первістків, але других і наступних дітей.

У вказаний період на новобудови регіону прибуло багато юнаків і дівчат. Це сприяло покращенню становища у співвідношенні статей. Отже, міграція сприяла підвищенню народжуваності.

Покращились і матеріальні умови жителів регіону. Збільшувалася чисельність дитячих садків, шкіл. Наприклад, якщо в 1951 р. в області було 250 дитячих садків, а дітей у них – 13,7 тис. осіб, то 1959 р. їхня кількість збільшилась до 404 з чисельністю дітей у 34,7 тис. осіб.

Кожний рік в області будували нові школи відповідно до санітарно-гігієнічних вимог з наявністю коридорів, роздягалень, вестибюлів. У 1950 р. Дніпропетровська область налічувала 1820 загальноосвітніх шкіл (з урахуванням шкіл працюючої та сільської молоді), 1955 р. – 1834 школи, 1958 р. – 1892 школи [3]. Таким чином, поступове збільшення кількості шкіл дозволило послідовно вирішувати задачу переходу від 3-змінної до 2-змінної системи освіти, що сприяло збільшенню ефективності навчального процесу.

Процес народжуваності значно зменшився в 1960-х рр. Значною мірою це пояснюється тим, що в даному періоді в активний дітородний вік вступили жінки, які були народжені за роки Великої Вітчизняної війни.

Процеси зниження народжуваності спостерігаються як серед міського, так і серед сільського населення (рис. 2). Необхідно звернути увагу на те, що рівень народжуваності серед сільського населення впродовж 1950–1989 рр. не перевищував показник народжуваності серед міського населення, однак з 1990 року народжуваність у містах зменшувалася швидшими темпами. Така поширеність тенденції зниження народжуваності свідчить про те, що цей процес не став випадковим явищем, а виявився закономірністю демографічного розвитку на даному етапі.

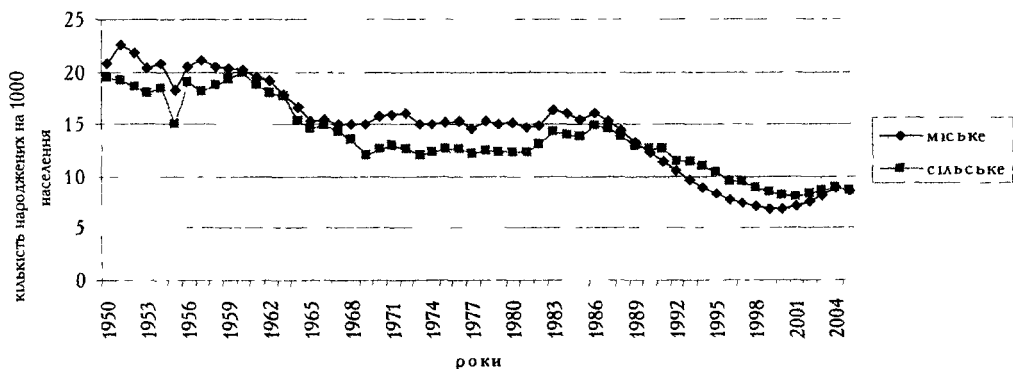


Рис. 2. Динаміка народжуваності серед міського та сільського населення Дніпропетровської області, % (складено автором за матеріалами [4; 9; 10; 15])

Другий період охоплює 1965–1986 рр. Середній показник народжуваності становив 14,9 %. Зниження народжуваності за цей проміжок часу можна пояснити наслідком зменшення кількості чоловіків, переорієнтацією матерів на виробничу або суспільну діяльність, підвищенням культурного та освітнього рівня жінок тощо. У січні 1981 року радянським урядом ухвалені певні заходи щодо посилення державної допомоги сім'ям з дітьми. Проте, ці заходи мали епізодичний характер і довгострокового ефекту не принесли, як і не була сформована комплексна, науково обґрунтована демографічна політика. Чорнобильська трагедія прискорила процес скорочення народжуваності, що відбилося на зростанні різниці кількості померлих над кількістю народжених. Тому продовжувалося зниження народжуваності як в абсолютних так і у відносних величинах.

Третій період охоплює 1987–2008 рр. із своїм мінімумом у 2000 році, коли показник народжуваності становив 7,1 %, у той час як впродовж двадцяти одного досліджуваного року на 1000 осіб у середньому народжувалось 9,7 осіб.

Поглиблений аналіз динаміки процесу народжуваності впродовж 1990–2007 рр. (рис. 3) дозволяє виділити вісім районів області з найбільшим коефіцієнтом народжуваності, який перебільшував 10,0 % – Апостолівський (10,5 %), Криничанський (10,3 %), Магдалинівський (10,1 %), Новомосковський (10,3 %), Синельниківський (10,1 %), Солонянський (10,4 %), Софіївський (10,2 %), Юр'ївський (10,8 %). У середньому тенденція щодо часткового підвищення або зниження народжуваності приблизно однакова серед усіх районів області, однак сплески народжуваності (рис. 3) спостерігалися в Юр'ївському районі у 1996 (12,3 %) і 1998 (12,1 %) роках, а різке зниження народжуваності – у Павлоградському районі 2002 року (5,6 %).

Слід підкреслити, що міста обласного підпорядкування Дніпропетровського регіону за коефіцієнтом народжуваності в 2007 році (рис. 3) можна об'єднати у чотири групи:

- 1) до 9 % – Орджонікідзе (8,9 %), Першотравенськ (8,9 %);
- 2) 9,1–9,9 % – Дніпропетровськ (9,4 %), Вільногірськ (9,5 %), Жовті Води (9,3 %), Марганець (9,1 %);
- 3) 10,0–10,8 % – Дніпродзержинськ (10,4 %), Кривий Ріг (10,1 %), Нікополь (10,3 %), Новомосковськ (10,8 %);
- 4) 10,9–11,7 % – Павлоград (11,2 %), Синельникове (10,9 %), Тернівка (11,4 %).

Вище згадане групування дозволяє зробити висновок, що в найбільших за площею та населенням містах обласного підпорядкування регіону (Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, Кривий Ріг) спостерігається середня репродуктивна активність жінок. Це можна пояснити більш високими стандартами рівня життя та існуючими труднощами, з якими стикаються молоді сім'ї у великих містах (житлові проблеми, досягнення економічної незалежності у старших вікових групах, тощо).

На такі низькі показники народжуваності в регіоні впливає економічна ситуація в країні, адже складовою економічного забезпечення певного рівня народжуваності є доходи населення та рівень заробітної плати, яка повинна давати засоби не лише для відтворення, а й утримання та виховання дітей. З покращенням побуту населення та індустріалізації домашнього господарства потреба у великій кількості дітей зникає. Якщо раніше діти були потрібні як помічники у веденні сільського та домашнього господарства, то з ускладненням процесів виробництва й підвищенням вимог до рівня народжуваності й професійній підготовці потреби в дитячій праці різко знижуються. Законодавство посилює заборони на застосування дитячої праці: вдосконалюються диспозиції статей Особливої частини Кримінального кодексу УРСР, формується практика застосування Кодексу Законів про працю, підвищуються вимоги до заходів безпеки і охорони праці, які унеможливають працю осіб до 18 років. Діти з виробників перетворюються на споживачів, що приводить до збільшення витрат сімейного бюджету на утримання і виховання дітей.

90-ті рр. ХХ ст. ознаменувалися в Україні різким зменшенням народжуваності, рівень якої в 2001 році опустився до позначки 1,086 дитини в розрахунку на одну жінку репродуктивного віку. Динаміка розвитку народонаселення підтверджує думку про те, що «зоною безпеки» для держави є рівень народжуваності, який перевищує 1,5 дитини, народжених однією жінкою. Якщо народжуваність лише трохи нижча від рівня відтворення населення, то скорочення розміру наступних поколінь відбува-

ється повільно, і тоді, у разі необхідності, є шанс компенсувати розмір конкретного покоління за рахунок міграції [13].

Поступове зростання загального коефіцієнта народжуваності у Дніпропетровському регіоні з 2005 року зумовлено впливом чотирьох основних чинників: структурного (досягло репродуктивного віку численне покоління жінок, народжених у середині 80-х років), компенсаційного (реалізація відкладених у роки економічної кризи перших і других народжень), збільшення вікових коефіцієнтів народжуваності (йдеться про підвищення середнього віку народження першої дитини), демополітичного (збільшення одноразової допомоги сім'ям у разі народження дитини з 2005 р. до 8 500 грн.) [8].

Слід зазначити, що тенденція щодо скорочення народжуваності в Україні відповідає загальноєвропейській. Якщо в нашій державі на кінець 80-тих років на кожну сім'ю у середньому припадало 1,4 дитини, то в Італії цей показник коливався від 1,4 до 1,7 дитини [12] (рис. 4).

Для узагальнюючого порівняння обрано три країни Євросоюзу, площа яких є досить великою серед країн Європи та коефіцієнт народжуваності приблизно однаковий з Україною.

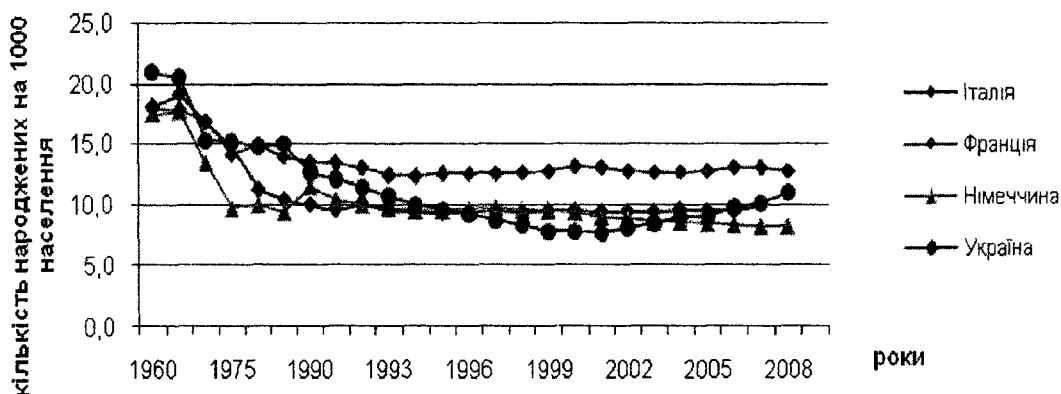


Рис. 4. Загальний коефіцієнт народжуваності в Україні та деяких розвинутих європейських країнах у 1960–2008 рр., % (складено автором за матеріалами [1; 5; 11; 15; 16; 17])

Варто відзначити, що в умовах зниження народжуваності скорочується не тільки щорічна кількість учнів за кожним типом освіти, але й попит на освітні послуги. І. С. Каленюк [6, с. 36.] під освітньою послугою розуміє результат здійснення різноманітної (педагогічної, виховної, наукової, організаційно-управлінської) діяльності працівниками сфери освіти для задоволення освітніх потреб окремих людей та всього суспільства. Попит на освітні послуги формується під впливом наступних факторів: попит з боку населення, замовлення держави на підготовку кадрів, попит роботодавців.

Якщо розглянути повікову народжуваність у жінок з 1980 по 2008 роки (рис. 5), то можемо стверджувати, що зміни в календарі народжень за рахунок збільшення середнього віку матерів пригальмували процес оновлення поколінь. З рис. 5 видно, як змінюється протягом досліджуваного періоду репродуктивна роль жінок різних вікових груп та їх «внесок» у народжуваність. Найбільша активність приходилася на молоді дітородні групи населення, максимальний показник яких припадав на вік 20–24 рр. За останні роки простежується тенденція щодо підвищення народжуваності серед жінок у віці 25–29 та 30–34 рр., що є підставою вважати, що почали

реалізовуватися відкладені перші народження. Але «старіння» народжуваності має свої негативні демографічні наслідки, оскільки пізній вік народження першої дитини зменшує можливості появи на світ наступної через труднощі запліднення жінок старших вікових груп [7]; при нинішньому стані регулювання дітородіння (значу роль відіграють аборти (рис. 6)) велика вірогідність того, що відкладання народження дітей призведе до неможливості їх мати; з віком у людей формується уявлення про певний життєвий стандарт, спосіб життя, і народження дітей, яке в молодшому віці вписується до цього життєвого стандарту, в більш старшому віці може сприйматися як загроза йому або як перешкода його досягнення.

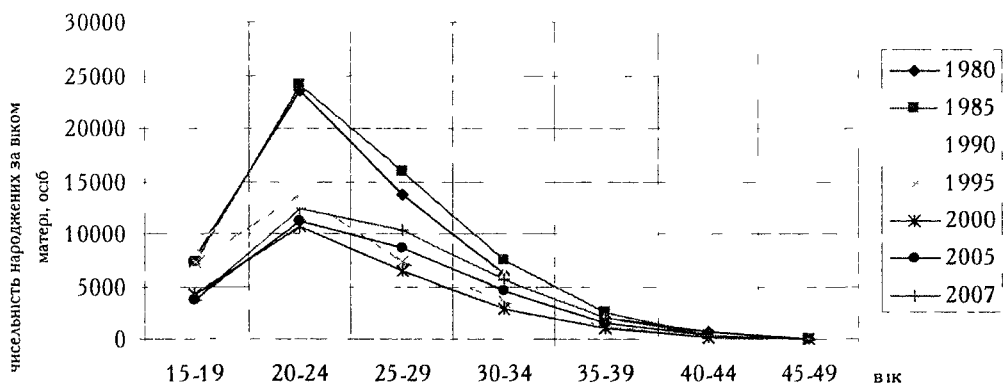


Рис. 5. Розподіл загальної чисельності народжених за віком матері в Дніпропетровській області (складено автором за матеріалами [9; 10; 15])

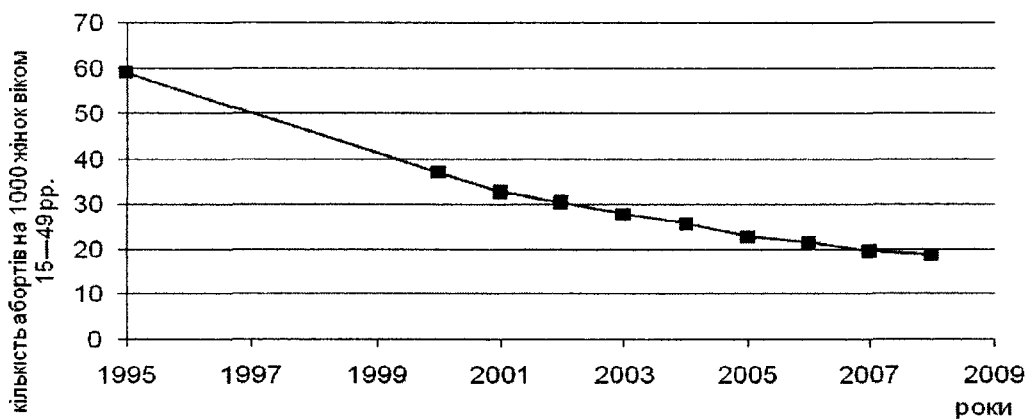


Рис. 6. Кількість абортів серед жінок дітородного віку в Дніпропетровській області, % (складено автором за матеріалами [9; 10; 15])

Мінімальні ж показники повікової народжуваності у жінок спостерігаються у віці 45–49 рр., що обумовлено фізіологічними процесами, які пов'язані із завершенням репродуктивного віку жінки.

Порівняно з 1980 роком частка перших дітей у 1990 році зменшилася на 3,3 % і становила 55 %, а других і третіх – збільшилась на 1,1 % та 1,6 % і становила, від-

повідно, 34,5 % і 7,2 %. На початку XXI століття частка народжених других і третіх дітей дещо зменшилась, а саме – на 7,6 % та 1,8 %, а частка перших дітей, навпаки, збільшилася і становила 64,9 %. Якщо ж брати до уваги показники 2007 року, то простежується тенденція збільшення частки народжених других (на 5 %) і третіх (на 0,4 %) дітей. Проте сумарний коефіцієнт народжуваності на одну жінку в регіоні й надалі низький – 1,0 дитини.

Розглянемо розподіл народжених за порядком народження серед усього населення (рис. 7).



Рис. 7. Розподіл народжених за порядком народження в Дніпропетровській області (складено автором за матеріалами [9; 14])

Український центр соціальних реформ за участю Державного комітету статистики України провів медико-демографічне обстеження населення України в 2007 році (МДОУ-2007), за результатами якого було встановлено, що медіанний вік народження первістка у жінок із вищою освітою становив 22,8 року проти 21,4 року – для жінок без вищої освіти (із загальною середньою або нижчим рівнем освіти) [11].

Очевидним є те, що глобальна тенденція зниження народжуваності в регіоні прискорилося у 1990-х рр. у зв'язку з економічною кризою, стрімким падінням доходів широких верств населення та появою невпевненості у майбутньому.

У комплексі чинників соціально-економічного порядку, які впливають на процеси народжуваності, одним із основних виділяють чинник зміни ролі і місця жінки у сучасному суспільстві. У свою чергу, роль жінки пов'язана з її рівнем освіти. Б. Л. Вульфсон [2] вважає, що зниження народжуваності простежується серед найбільш культурних та освічених сімей, що живуть у містах, тоді як висока народжуваність зберігається переважно в депресивних регіонах серед менш освічених людей.

Що стосується досліджуваного регіону, то показники дітності більш освічених верств населення традиційно нижчі, ніж у осіб з нижчим рівнем освіти. Результати Першого Всеукраїнського перепису населення 2001 року дають змогу простежити та підтвердити цю закономірність для жінок, які представляють різні вікові контингенти та знаходяться на різних етапах дітородного циклу та проживають у різних типах поселень (рис. 8).

Результати Першого Всеукраїнського перепису [1] дозволили проаналізувати три освітніх рівні респондентів: 1) початковий; 2) загальний; 3) вищий.

З упевненістю можемо констатувати (рис. 8), що в Дніпропетровському регіоні у жінок з вищим типом освіти, що проживають у сільській та міській місцевостях, частота дітонародження помітно менша, ніж в осіб з іншим типом освіти.

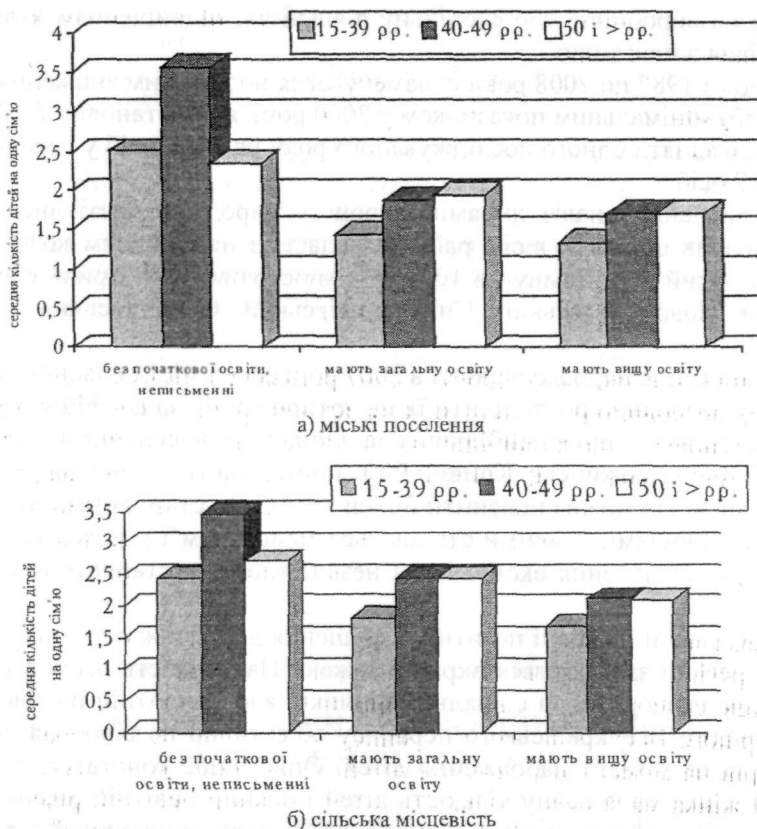


Рис. 8. Дітність жінок з різним типом освіти в Дніпропетровській області за типом поселень (за результатами Першого Всеукраїнського перепису 2001 р. [1])

Результати аналізів вибіркового соціально-демографічного обстеження «Шлюб, сім'я та дітородні орієнтації населення України» [14], проведеного Інститутом демографії та соціальних досліджень, Українським інститутом соціальних досліджень ім. М. О. Яременка за ініціативою Благодійного фонду «Розвиток України» в квітні 2008 року, дають змогу стверджувати, що середня запланована та середня бажана кількість дітей у родині в осіб з вищою освітою менша, ніж в осіб з нижчим типом освіти. У осіб з повною вищою освітою та вченим ступенем кількість дітей становила одна–дві особи. Найбільш освічені респонденти висували такі мотиви відкладання народжень, як «бажання пожити для себе», «дочекатися поліпшення стану медичного обслуговування матерів і дітей» та необхідність «зміцнити здоров'я».

Висновки. Результати дослідження географічного аналізу процесу народжуваності та його взаємозв'язку з освітнім рівнем жінок полягають у наступному:

1. На період 1950–1964 рр. припадала максимальна кількість народжених у Дніпропетровському регіоні, що пояснюється настанням так званого «компенсаторного періоду» після Великої Вітчизняної війни. Середній показник народжуваності становив 19,3 %. Поряд з інтенсивним промисловим будівництвом простежувався і активний розвиток системи шкільної освіти.

2. Впродовж 1965–1986 рр. середній показник народжуваності знизився до 14,9 %, що можна пояснити наслідком зменшення кількості чоловіків, переорієнта-

цією матерів на виробничу або суспільну діяльність, підвищенням культурного та освітнього рівня жінок тощо.

3. Період з 1987 по 2008 роки ознаменувався подальшим зниженням народжуваності із своїм мінімальним показником у 2000 році, який становив 7,1 %, у той час як впродовж двадцяти одного досліджуваного року на 1000 осіб у середньому народжувалося 9,7 осіб.

4. Поглиблений аналіз динаміки процесу народжуваності впродовж 1990–2007 рр. дозволив виділити вісім районів області з найбільшим коефіцієнтом народжуваності, який перебільшував 10,0 % – Апостолівський, Криничанський, Магдалинівський, Новомосковський, Синельниківський, Солонянський, Софіївський, Юр'ївський.

5. Дослідження народжуваності в 2007 році серед міст обласного підпорядкування регіону дозволило розподілити їх на чотири групи за коефіцієнтом народжуваності та встановити, що в найбільших за площею та населенням містах (Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, Кривий Ріг) спостерігається середня репродуктивна активність жінок. Це можна пояснити більш високими стандартами рівня життя та існуючими труднощами, з якими стикаються молоді сім'ї у великих містах (житлові проблеми, досягнення економічної незалежності у старших вікових групах, тощо).

6. Незважаючи на певні позитивні зрушення впродовж останніх років, народжуваність у регіоні залишається вкрай низькою. На кількість дітей в родині впливають не лише економічні та соціальні чинники, але й освітній рівень матерів. Результати Першого Всеукраїнського перепису об'єктивно не відображають освітній рівень матерів на момент народження дітей. Опис лише констатує, що на момент анкетування жінка мала певну кількість дітей і певний освітній рівень. Але визначити, коли вона народжувала дітей (наприклад, до отримання вищої освіти чи після) неможливо. Заповнення цієї статистичної прогалини може значно покращити якість розробки демографічної та освітньої політики держави. Наприклад, при анкетуванні матерів на предмет їх освіти при реєстрації новонароджених дітей органами РАГС України.

Бібліографічні посилання

1. Всеукраїнський перепис населення 2001 р. // www.ukrcensus.gov.ua
2. Вульфсон Б. Л. Образовательное пространство на рубеже веков / Б. Л. Вульфсон. – М., 2006. – 235 с.
3. Государственный архив Днепропетровской области. – Ф. 1301, оп. 1, д. 14. – 57 с.; Д. 132. – 108 с.; Д. 228. – 130 с.; Д. 323. – 65 с.
4. Демографічна ситуація у Дніпропетровській області // <http://dneprstat.gov.ua/statinfo/ds/ds4.htm>
5. Калабеков И. Российские реформы в цифрах и фактах / И. Калабеков. – М., 2007. – 288 с.
6. Каленюк І. С. Економіка освіти: Навч. посібник / І. С. Каленюк. – К., 2003. – 316 с.
7. Левчук Н. М. Демографічні втрати України у період сучасної соціально-економічної кризи: регіональні особливості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук: 08.09.01 / Н. М. Левчук. – К., 1998. – 19 с.
8. Мельник І. Особливості народжуваності в Луганській області / І. Мельник // http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Chseg/2008_5/Melnyk.pdf
9. Населення Дніпропетровської області 2003. – Державний комітет статистики України, Дніпропетровське обласне управління статистики. – Д., 2004. – 116 с.
10. Населення Дніпропетровської області за 2008 рік. – Державний комітет статистики України, Дніпропетровське обласне управління статистики. – Д., 2009. – 30 с.

11. Населення України. Народжуваність в Україні у контексті суспільно-трансформаційних процесів. – К., 2008. – 288 с.
12. **Панчук Г. М.** Зміни в складі населення Донецької області (1959–1989): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. істор. наук: 07.00.01 / Г. М. Панчук. – Донецьк, 2000. – 17 с.
13. **Позняк А. В.** Современная миграционная ситуация и проблемы формирования миграционной политики в Украине / А. В. Позняк // [http://www.demoscope.ru/ weekly/2007/0285/analit07.php](http://www.demoscope.ru/weekly/2007/0285/analit07.php)
14. **Русанова Н. Е.** Позднее материнство и проблемы воспроизводства населения / Н. Е. Русанова // Политика народонаселения: настоящее и будущее: Четвертые Валентеевские чтения: Сборник докладов (Книга 2) / Ред. В. В. Елизаров, В. Н. Архангельский. – М., 2005. – С. 60–65.
15. Ряди динаміки. – Державний комітет статистики України. Д., 2000. – 90 с.
16. European health for all database (HFA-DB), WHO/Europe, 2008
17. Population in Europe: results // <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

Надійшла до редколегії 20.12.09

УДК 55.092

С. Г. Половка

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, м. Умань, Україна

СІМ КРОКІВ НАЗУСТРІЧ ВІДТВОРЕННЮ МОРСЬКИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В УКРАЇНІ

Розкриті нові можливі сценарії розвитку морських геологічних досліджень в Україні.

Ключові слова: морські геологічні дослідження, Україна.

Раскрыты новые возможные сценарии развития морских геологических исследований в Украине.

Ключевые слова: морские геологические исследования, Украина.

The article reveals new possible scenarios for the development of marine geological research in Ukraine.

Key words: marine geological investigations, Ukraine.

Вступ. Україна – морська держава, яка свого часу мала потужний морегосподарський комплекс, технічне забезпечення та наукові здобутки світового рівня. Наукові та геополітичні інтереси держави поширюються на акваторію Світового океану. Як член ООН Україна активно співпрацює з ЮНЕСКО в морських галузях.

Нинішній етап розвитку геології океанів і морів в Україні складний, неоднозначний і має різну оцінку вчених. Деякі з них оцінюють його як стагнацію морських експедиційних робіт та занепад теоретичних досліджень. Інші розвивають ідеї про переосмислення стратегічних підходів до її розвитку, узагальнення наукових теоретичних і практичних розробок, налагодження чи поновлення контактів із міжнародною спільнотою і т. п.

Постановка проблеми. У складні часи перебудови народного господарства України, зокрема, її морського господарського комплексу в тому числі, існуванню морської геології конче потрібний аналіз здобутків та помилок її минулого. На зна-

чення історії досліджень природничих наук вказував ще академік В. І. Вернадський, який започаткував історію науки і техніки, як окремий науковий напрям.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині існуючі різні точки зору на подальший розвиток морської геології в Україні – погляди академіків НАН України В. М. Єремєєва та П. Ф. Гожики, думки академіків НАН України Є. Ф. Шнюкова та В. І. Старостенко і доктора наук В. П. Коболева, пропозиції докторів наук В. Х. Геворк'яна та О. А. Щипцова добре відомі науковій громадськості й фахівцям у галузі вивчення акваторії Світового океану [2–3 та ін.]. Нами зроблено спробу проаналізувати стан розвитку морської геології на сучасному етапі та намітити шляхи виходу її з кризи.

Постановка завдання. Веління часу диктує необхідність аналізу історії становлення морської геології як науки для наукового обґрунтування і планування шляхів її подальшого розвитку та оптимізації наукових досліджень в Азово-Чорноморському регіоні та Світовому океані. Нині прикладний напрям розвитку морських геологічних досліджень визначається кризовим станом економіки та необхідністю подальшого науково-технічного розвитку держави. В Україні енергетичне питання важко вирішити без залучення енергетичних ресурсів морського дна (нафта, газ, газогідрати), тому доцільно зберегти та примножити на новому рівні дослідження в галузі морської геології. Звідси випливає завдання нашого дослідження, скорегованого на формування єдиної думки про майбутнє морських геологічних досліджень в Україні.

В існуючі академічні сценарії розвитку морської геології в Україні спробуємо внести нові складові, які на наш погляд, будуть спонукати фахівців до вироблення єдиної думки серед дослідників акваторії Світового океану про розвиток геології океанів і морів.

Викладення основного матеріалу. З часу офіційного заснування в АН УРСР морської геології (XII-й рейс НДС «Михаил Ломоносов», 04.10.1962–09.01.1963 р.) вона розвивалась за сценарієм, який потребує: науково-дослідного судна з екіпажем, команди науковців і різномірної апаратури та обладнання, як палубного так і забортного, тощо. Тому підхід до розвитку геології океанів і морів в АН УРСР вирізнявся комплексним підходом до вивчення акваторії Світового океану.

Проаналізувавши в роботі [2] існуючі точки зору на майбутній розвиток морської геології в Україні, розглянемо запропонований нами сценарій, в якому наводяться невикористані внутрішні резерви, які на нашу думку, слугуватимуть швидкому відродженню морських досліджень в Україні.

Володимир Іванович Вернадський, який започаткував історію науки і техніки, як окремий науковий напрям, на питання, яке задавалося йому неодноразово: «Для чого потрібна історія науки?», відповідав: «Щоб найти нове та не робити помилок минулого». Прикладів, коли забуте слугувало (і може слугувати) поштовхом до нового в розвитку природничих наук немало, не є виключенням і морська геологія. Достатньо згадати приклад, коли основні положення тектоніки літосферних плит уже були сформульовані (1972), французькими (Ле Пешон) та російськими (Л. П. Зоненштайн, О. Г. Сорохтін, В. Ю. Хаїн та ін.) тектоністами, як раптом цілком випадково виявили давно забуту працю англійського вченого Османда Фішера «Фізика земної кори» (1889). У цій науковій роботі за О. Г. Сорохтіним, висловлені, хоча і без вагомих аргументів, всі основні ідеї сучасної тектоніки плит (формування океанічної кори в зонах розтягу, опускання океанічного дна в зонах стиску по периферії Тихого океану під островні дуги і континенти, конвективні потоки підкорової речовини, як рухомий механізм). Вочевидь, на час своєї публікації ці ідеї були настільки революційними, що не сприймалися науковим загалом і повинен був пройти тривалий

час накопичення фактичного матеріалу, для того щоб вони знов стали актуальними.

Нині геологія океанів і морів в Україні перебуває в стані стагнації і потрібно зробити все можливе для відродження цієї галузі науки. На наш погляд, є певні резерви, які можуть поліпшити стан морської геології.

Це, перш за все, поновлення співпраці на нових засадах із Гідрографічною службою Чорноморського флоту ВМС Росії та України. За радянських часів плідна співпраця між Академією наук та Гідрографічною службою дала змогу ретельно вивчити рудні мули в Червоному морі, відновити дослідження акваторії Південного океану, суттєво уточнити рельєф морського дна в Чорному морі, вивчити розповсюдження чорноморських каньйонів, тощо.

Нового витка співпраці між дослідниками акваторії Чорного моря з боку НАН України та військовими моряками може набути при реалізації ідеї створення мобільних експедиційних модулів для розгортання їх за короткий час на гідрографічному чи океанічному кораблі.

Відновлення співпраці НАН України та Гідрографічної служби Чорноморського флоту ВМС України та Росії частково зняло би дефіцит плавзасобів та дало змогу збільшити кількість морських експедиційних робіт в акваторії економічної зони нашої держави.

Розглядаючи довгострокову морську доктрину України, яка передбачає реформування, а то й відбудову плавзасобів різного призначення – військових, рибальських, вантажних, пасажирських, тощо доцільно було б для експедиційних досліджень побудувати декілька вітрильних суден (яхти, катамарани). Відносно невелика їх вартість при сучасному навігаційному обладнанні робить привабливою ідею проведення екологічних спостережень у бухтах, затоках, шельфовій смузі.

По третє. Перед дослідниками постає нагальна потреба переінтерпретації наявного фактичного матеріалу, який у вигляді керну донних відкладів, проб мулових (порових) розчинів, шліхів та фракцій, аналітичних матеріалів – результатів спектрального, рентген-флуорисцентного, термічного та інших видів аналізів зберігається в керносховищі с. Велика Салтанівка Васильківського району Київської області. Єдине в Україні керносховище, в якому зберігаються зразки донних відкладів Атлантичного, Індійського, Тихого та Південного океанів, Чорного, Середземного, Червоного, Азовського, Каспійського, Балтійського, Баренцевого, Білого, Чукотського морів, унікальні колонки донних відкладів Маріанської западини, жолобів Тонго і Кермадек, тощо. Керносховище комп'ютеризоване, обладнане сучасною пошуковою системою і має вихід на європейські інформаційні системи. Переінтерпретація цього величезного фактичного матеріалу дасть змогу відповісти на цілу низку проблем літологічного та тектонічного характеру, побудови палеоокеанографічних реконструкцій, тощо. Суттєвий інтерес представляє також бібліографія наукових праць морських геологів України, яка нараховує на січень 2010 року близько 2380 друкованих та 120 рукописних наукових праць.

Четверте. Останнім часом особлива увага дослідників дна Чорного та Азовського морів зосереджується на вивченні нафтогазоносних та гідратоносних структур північно-західного та прикерченського шельфу. Окрім атмосферохімічної зйомки (І. Д. Багрій) до пошукових робіт доцільно залучити дистанційні методи дослідження морського дна за допомогою широкого спектра аерокосмічних методів (В. І. Лялько, М. О. Попов та ін.).

П'яте. Залишається невизначеним питання про забезпечення експедиційних досліджень «малими плавзасобами» – гідрографічними (промірними) катерами типу «Антарес» з відповідним апаратурним забезпеченням, які були б здатні виконува-

ти промірні та пробовідбірні види робіт уздовж берегової смуги, в затоках, лиманах тощо. Створення спеціалізованого маломірного флоту на базі інституту судновласника, яким може бути Морський гідрофізичний інститут НАН України або Океанологічний центр НАН України (в їх структурі є відповідні фахівці та великий досвід) сприяло б активізації експедиційної діяльності.

Шосте. Ще 1897 року в Петербурзі академік М. І. Андрусов висловив думку відносно доцільності створення Міжнародного інституту морської геології [1]. Він передбачав всю складність та витратність морських експедиційних робіт й прекрасно розумів, що лише спільними зусиллями провідних держав світу можна досягти реального успіху у вивченні дна Світового океану. У 1972 році професор Елізабет Манн Боргезе (дочка Томаса Манна, громадський діяч зі світовим визнанням) заснувала Міжнародний інститут Океану зі штаб-квартирою на о. Мальта. Інститут має 25 представництв у різних країнах. Це незалежна, неурядова, некомерційна міжнародна організація, яка існує на приватні пожертви та спонсорські внески. Мабуть було б доцільним створити і в Україні віртуальний інститут у комп'ютері на кшталт Міжнародного інституту Океану, залучивши до його роботи провідних вчених з морської геології не тільки Національної академії наук України, але й держав колишнього Радянського Союзу – Російської федерації, причорноморських країн – Туреччини, Болгарії, Румунії і т. д.

Сьоме. І нарешті, питання кадрового забезпечення морських геологічних досліджень. На сьогодні в Україні спостерігається певний дисбаланс при підготовці кваліфікованих кадрів. Якщо фахівці вищої кваліфікації поки що існують у необхідній кількості (серед них 19 членів Національної академії наук України – 11 академіків, 8 член-кореспондентів, 33 доктори та понад 50 кандидатів), то фахівців середньої ланки взагалі не готують. Відсутня підготовка техніків, майстрів бурової справи, аквалангістів-дайверів, гідронавтів тощо.

Висновки. Усвідомлення необхідності відновлення морських геологічних досліджень націлює фахівців на пошуки внутрішніх резервів, на мінімізацію та оптимізацію останніх під час експедиційних робіт.

Запропоновані нами дії спрямовані на відродження Національної програми досліджень Азово-Чорноморського басейну та окремих частин Світового океану.

Бібліографічні посилання

1. Ларченков Е. П. Геология в Одесском университете (Очерки истории кафедры общей и морской геологии) / Ларченков Е. П., Кравчук О. П., Кравчук А. О. – Одесса, 2009. – 536 с.
2. Митропольський О. Ю. Науково-дослідний флот України (минуле, сучасне, майбутнє) / О. Ю. Митропольський, С. Г. Половка. – Київ – Умань, 2008. – С. 129–139.
3. Щипцов А. А. Проблемы и перспективы развития морских экспедиционных исследований и научно-исследовательского флота Украины / А. Щипцов, А. Стажилов. – К., 1995. – 51 с.

Надійшла до редколегії 12.01.10

РЕКРЕАЦІЙНА ГЕОГРАФІЯ ТА ТУРИЗМ

УДК 502.64:911.3 (477)

В. В. Манюк

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ТУРИСТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩИЕ МОНИТОРИНГА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ УКРАИНЫ

Розглядаються історичні передумови проведення державного моніторингу геологічної спадщини України та проблема туристичного і рекреаційного використання геологічних пам'яток природи, як важливої складової їх популяризації, спрямованої на збереження унікальних об'єктів геології. Акцентується увага на юридичних і законодавчих основах заповідання геологічних пам'яток природи, використанні екоосвітнього та екотуристичного аспектів їх моніторингу.

Ключові слова. геологічні пам'ятки, моніторинг, туризм, рекреація, ПроГЕО.

Рассматриваются исторические предпосылки проведения государственного мониторинга геологического наследия Украины и проблема туристического и рекреационного использования геологических памятников природы, как важной составляющей их популяризации, направленной на сохранение уникальных объектов геологии. Акцентируется внимание на юридических и законодательных основах заповедания геологических памятников природы, использования экообразовательных и экотуристических аспектов их мониторинга.

Ключевые слова геологические памятники, мониторинг, туризм, рекреация, ПроГЕО.

The historical preconditions of realization of state monitoring of a geological heritage of Ukraine and problem of tourist and recreational use of geological monuments of a nature, as by the important component them popularization, directed on preservation of unique objects of geology are considered. Legal and legislative bases of geoconservation of geological monuments of a nature and used them for ecoeducational and ecotouristical of aspects of their monitoring are accentuated.

Key words: geological monuments, monitoring, tourism, recreation, ProGEO.

Введение. К 30-м годам прошлого века можно отнести один из первых призывов к сохранению геологических памятников природы не только административными мерами, но и через их популяризацию. Горный инженер Н. К. Лещенко, активный участник Днепропетровского Комитета Охраны Природы, говоря о необходимости взятия на охрану Скал Богомолковского острова и парка Шевченко, писал: «При популяризации этих скал можно было бы обратить внимание на них и широкого круга граждан, которые используют парк для отдыха, а киоск парка использовать для продажи популярных изданий и коллекций» [1].

Следует отдать должное исследователю, так как Скалы, которые он называл не иначе, как «Природный минералого-петрографический музей побережья Днепра», получили в 1928 г. официальный природоохранный статус и донныне украшают город и являются первой геологической памяткой природы Украины.

В последующие годы к проблеме необходимости сохранения геологических памятников, с той или иной периодичностью, возвращались, но всегда получение информации, связанной с работами по их оценке, было уделом узкого круга геологов и представителей природоохранных организаций.

Постановка проблемы. После создания Европейской ассоциации по сохранению геологического наследия, в Украине, как и во многих других странах, которые прониклись идеями ПроГЕО и присоединились к этой организации, не только предпринимаются реальные шаги по оценке геологического наследия, его инвентаризации и каталогизации, но и заметно акцентируется внимание на туристическом использовании геологических памятников, развитии рекреационной деятельности с целью их популяризации.

Цель работы. Первым шагом, может быть не вполне удачным, но очень важным, стала реализация проекта по систематизации и описанию геологических памятников Украины, а также по разработке рекомендаций по их популяризации, использованию и охране. Результаты работ, выполненных нами в 1997 г. в сложных экономических условиях и представленных далеко не полным перечнем геологических памятников Украины, так и остались в виде геологического отчета. Книга, подготовленная по материалам выполненных исследований, и макет которой был, практически, полностью готов к изданию, так и не увидела свет [4].

Между тем, в эти и последующие годы, локомотив популяризации геологического наследия продолжает неуклонно двигаться вперед. Это происходит благодаря участию украинских представителей ПроГЕО в международных симпозиумах и конференциях этой организации (Рим, 1996; Таллинн, 1997; Мадрид, 1999; Дублин, 2002 и др.), в Международной программе «ГЕОСАЙТЫ», а также благодаря многочисленным публикациям А. С. Ивченко, В. П. Гриценко, Н. П. Герасименко, В. В. Манюка [3–6].

Изложение основного материала. В мае 2003 г., в г. Киеве, на заседании коллегии Государственной геологической службы Украины рассмотрен чрезвычайно важный документ «Комплексная программа работ по научно-методическому обеспечению региональных геологических исследований в Украине». В программе – особое внимание уделяется тем заданиям, которые соответствуют фундаментальным направлениям геологической службы. Именно поэтому, важным и своевременным шагом было наше предложение включить в проект программы, как одно из её заданий, проблему исследования, инвентаризации и создания компьютерной базы данных геологических памятников Украины. Кроме того, именно в это время, разрабатывается программа формирования Национальной экологической сети всех областей Украины на основании «Государственной программы национальной экологической сети Украины на 2000–2015 годы», утвержденная Законом Украины от 21.09.2000 г. Программа была подготовлена с целью дальнейшей разработки, усовершенствования и развития экологического законодательства Украины в соответствии с рекомендациями Всевропейской стратегии сохранения биологического и ландшафтного разнообразия относительно формирования Всевропейской экологической сети, как единой пространственной системы территорий стран Европы с природным или частично измененным состоянием ландшафта.

Все это в совокупности, исходя из того, что геологическая среда является важнейшей составляющей природной среды и именно она создает удивительное разнообразие её ландшафтов, стало реальным толчком для практической реализации упомянутой «Комплексной программы...». В этом же году Государственная геологическая служба организывает проведение силами региональных предприятий и экспедиций ревизионное обследование геологических памятников природы Украины. Работы были включены в виде дополнений в уже действующие проекты предприятий и выполнялись в очень сжатые сроки геологами-съёмщиками. Именно фактор времени не позволил многим исследователям хоть каким-то образом координировать работы с природоохранными организациями, без чего разговоры о сохранении геологического наследия остаются не более чем разговорами. Именно недостаток времени стал причиной того, что, например, геологи Крымской геологической экспедиции вместо того, чтобы прирастить перечень

объектов геологического наследия новыми интересными памятниками природы, исключили 60 геологических памятников из 120 ранее известных.

Так или иначе, в целом проведена огромная работа и результатом стали не только отчеты о выполненных исследованиях, но и подготовка к изданию двуязычного (украинский, английский) четырехтомника «Геологические памятники Украины» и издание первых двух томов (западные регионы Украины и Украинский щит) [2].

Ещё одним, довольно мощным всплеском активности геологической мысли относительно необходимости сохранения объектов геологического наследия, стало проведение в Украине V Международного симпозиума ProGEO (Киев, Каменец-Подольский) в 2006 году. В том же году, практически во всех подразделениях региональных геологических предприятий организованы небольшие группы, задачей которых является мониторинг объектов геологического наследия. Весьма важным, неотъемлемым компонентом мониторинга является изучение и оценка возможности туристического и рекреационного использования геологических памятников или иных объектов геологического наследия с целью их популяризации и более эффективного сохранения. При обследовании каждого объекта и составлении его комплексной характеристики учитывается не только сугубо геологическая информация. Изучается возможность нахождения в непосредственной близости от геологического памятника объектов историко-культурного наследия, мест интересных археологических находок; объектов, представляющих экологический интерес, ботаническую или иную природную ценность, выделяющую его среди иных объектов, а также объектов, привлекательных для развития паломническо-религиозного направления в туризме.

Важной составляющей мониторинга геологических памятников природы является экологический мониторинг, целью которого является оценка влияния объекта на окружающую среду, оценка степени влияния на него антропогенной нагрузки с обязательным рассмотрением методов и способов уменьшения этого влияния, оценка возможных угроз существованию объекта и разработка рекомендаций относительно охраны и регулируемого использования.

Совершенно очевидно, что в настоящее время вопросы обеспечения надлежащей охраны и использования геологических памятников природы рассматриваются в Украине недостаточно. И ситуация останется таковой, без активного, настойчивого, упорного сотрудничества с государственными органами, формирующими природно-заповедный фонд, т. е. с отделами заповедных территорий, областными управлениями экологической безопасности, отделами Министерства экологии.

А уже потом можно говорить о том, что в проблеме сохранения геологического наследия важным является характер юридической охраны, возможные факторы деградации и угрозы, конфликты, связанные с хозяйственным использованием объектов, разработка мероприятий и технологий охраны георазнообразия.

В то же время, если абстрагироваться от проблемы сохранения геологического наследия, то, по большому счету, для использования объектов геологического наследия, например, в экотуристических и экообразовательных целях, могут быть достаточными их популяризация и необходимое оборудование (без вмешательства в окружающую среду) для учебных и экотуристических занятий с обеспечением соответствующим информационным сопровождением.

В образовательной деятельности необходимо обеспечить четко акцентированное внимание на взаимозависимость между георазнообразием и биоландшафтным разнообразием. Уникальные геологические творения природы являются чрезвычайно интересными объектами и для экологообразовательного воспитания, цель которого – формирование новых этических взаимоотношений человека с природой, эко-

гического сознания и культуры всех слоев населения, осознания необратимости процессов разрушительного вмешательства человека в природу: воспитание понимания современных экологических и природоохранных проблем и содействия решения их на региональном и государственном уровнях.

При общении с ценными объектами геологического наследия формируется современное представление о роли каждого человека в их сохранении, для того, чтобы и последующие поколения могли видеть их, восхищаться ими, прикоснуться к каменной летописи, запечатленной в породах и минералах.

Бібліографічні посилання

1. Акімов М. Головні пам'ятки природи Середнього Придніпров'я / М. Акімов // Охороняймо пам'ятки природи – Д., 1930. – 66 с.
2. Геологічні пам'ятки України. Geological landmarks of Ukraine: у 3 т. (укр. та англ. Мовами) / К-в авт. – К., 2006. – Т. 1. – 320 с.; 2007. – Т. 2 – 320 с.
3. Гриценко В. П. Геологічні пам'ятки природи України: проблеми вивчення, збереження та раціонального використання / В. П. Гриценко, А. А. Іщенко., Ю. О. Русько, В. І. Шевченко. – К., 1995. – 60 с.
4. Івченко А. С. Геологічна спадщина України: сучасний стан питання / А. С. Івченко // Географія та основи економіки в школі. – 1998. – №4. – С. 6-7.
5. Уїмблдон В. П. Проблеми охорони геологічної спадщини України / В. П. Уїмблдон, Н. П. Герасименко, А. А. Іщенко, Г. В. Лисиченко – К., 1999. – 129 с.
6. Manyuk V. Geological heritage of a southern part of Ukraine / V. Manyuk // Natural and Cultural landscapes. – Dublin, 2002. – P. 93–98.

Надійшла до редколегії 17.12.09

УДК 911.3:796.5 (477)

В. С. Пацюк

Криворізький державний педагогічний університет

ОСОБЛИВОСТІ СТАНОВЛЕННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ІНДУСТРІАЛЬНОГО ТУРИЗМУ НА КРИВОРІЖЖІ

Розкрито особливості становлення різних видів індустріального туризму на Криворіжжі. У процесі анкетування виявлено та проаналізовано інтереси споживачів стосовно різних напрямків індустріального туризму.

Ключові слова: індустріальний туризм, анкетування.

Раскрыты особенности становления различных видов индустриального туризма на Криворожье. В процессе анкетирования выявлено и проанализировано интересы потребителей касательно различных направлений индустриального туризма.

Ключевые слова: индустриальный туризм, анкетирование.

The features of becoming of different kinds and forms of industrial tourism are exposed on Kryvyi Rih. In the process of questionnaire it is discovered and analyses interests of users in relation to different directions of industrial tourism.

Key words: industrial tourism, survey.

Вступ. Кожен регіон світу – незалежно від того, чи був він освоєний з глибини віків, чи є територією нового розвитку – є матеріальним виявом життєдіяльності пев-

© В. С. Пацюк, 20010

ної суспільної системи і вже тому являє собою вдячний об'єкт для дослідження і пропаганди засобами туризму. Адже будь-який регіон є унікальним виявом культурно-ментальних особливостей, осередком формування специфічної, властивої лише йому матеріальної спадщини. Промислові регіони привертають увагу, так як знайомлять нас із надбаннями людства індустріальної стадії розвитку.

Криворіжжя має повну палітру різнорідних індустріальних об'єктів: тут представлені як об'єкти гірничодобувної, так і обробної промисловості, як археологічні індустріальні об'єкти, так і об'єкти створені в новітню епоху. Саме тому індустріальний туризм у межах Кривбасу має значний потенціал і є особливо актуальним видом підприємницької діяльності людини.

Вихідні передумови. Проблематика становлення індустріального туризму, хоча поки і не набула широкої популяризації, проте привернула увагу багатьох відомих вчених, а саме: О. О. Бейдика, Л. І. Зеленської, О. Є. Афанасьєва, Ю. Г. Тютюнника. Питанню розвитку індустріального туризму, власне на теренах Криворіжжя, присвячують свою діяльність В. Л. Казаков та Т. А. Казакова.

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Аналізуючи ресурсну базу регіону, виявити та обґрунтовано довести, які види індустріального туризму є перспективними для становлення на теренах Криворіжжя. Підтвердити дані припущення шляхом анкетування населення.

Виклад основного матеріалу. Індустріальний туризм на Криворіжжі – найприбутковіший туристичний напрям, що обумовлюється значною ресурсною та геопросторовою базою для його широкого розвитку. У свою чергу, індустріальний туризм є різноплановим явищем, що включає до себе цілий спектр туристських напрямків. Найбільш конструктивно напрямки індустріального туризму розкрито В. Л. Казаковим. Він виділив гірничо-промисловий підклас, що включає кар'єрний, відвальний, провальний та шахтний підвиди та фабрично-заводський підклас, що включає промислово-металургійний, машинобудівний, гірничо-будівельний, хімічний, енергетичний, легкопромисловий підвиди [1].

Якщо ж детальніше зупинитися на покомпонентному розгляді підвидів індустріального туризму, то найбільший потенціал по залученню туристів та відповідно за рентабельністю та прибутковістю має шахтний – один із зовсім нових

видів туризму, який можна віднести до групових, так і до індивідуальних форм проведення. Шахтний туризм можна розуміти як відвідування з різною метою (науковою, пізнавальною, спортивною тощо) об'єктів гірничої промисловості, тобто шахт. Як індивідуальна форма при проведенні він буде мати вищу ціну, носитиме персональний характер. За джерелом організування шахтний туризм можна віднести до комерційного виду туризму, так як він спрямований на отримання туристськими підприємствами прибутку. За інтенсивністю туристичних потоків шахтний туризм можна віднести до постійного виду туризму, так як добре обладнану шахту можна відвідувати протягом року. Екскурсію в шахту доцільно проводити для молоді та осіб середнього віку, великого значення набувають фізіологічні особливості організму людини. За тривалістю подорожування шахтний туризм відносять до короткострокового виду.

Передумовами розвитку шахтної екскурсійної справи є залучення елементів анімації – обід у робочій їдальні, переодягання у шахтарський робочий одяг, присутність під час видобутку корисних копалин, спостереження за роботою різноманітних гірничих механізмів. Шахта має бути закритою й не затопленою, мати збережену в робочому стані підйомну систему, задовільний технічний стан безпеки, певну глибину (800–1000 м), багаточисельні підземні галереї, забої тощо; останні явища є ана-

логами природних карстових печер. Серед шахт Кривого Рогу таким вимогам відповідають шахти «Гігант», «Саксагань», «Північна», «Першотравнева», «Зоря» [2].

Кар'єрний та відвальний види індустріального туризму багато в чому мають подібність до шахтного туризму, однак мають сезонний характер і їх відвідування напряму залежить від погодних умов.

Одним із таких об'єктів для заповідання може стати кар'єр №3 НКГЗК (це класичний за своєю формою кар'єр, схеми та фото з розрізами якого вміщені в більшості підручників з гірничої справи – його довжина – 1,93 км, середня ширина – 1,31 км), кар'єр ПівдГЗК (найглибший в Європі – 385 м), Коломоївський гранітний кар'єр, закритий Жовтневий гранітний кар'єр.

У районі рудника ім. Рози Люксембург сформувалася система найбільших в Україні провалів (глибиною 100–150 м, діаметром до 200 – 250 м), відповідно тут є всі умови для розвитку провального туризму.

Також до гірничо-промислового напрямку індустріального туризму можна віднести відвідування гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК). На теренах Криворіжжя їх п'ять: Інгулецький, Новокриворізький, Південний, Центральний, Північний (це найбільша в Україні концентрація ГЗК). Головними об'єктами для індустріального туризму на їх території є кар'єри, відвали, дробильні і збагачувальні фабрики, цехи по виробництву котунів, гірничо-транспортні цехи з парком великотоннажних автомобілів (100–120 тон), цехи шламового господарства з велетенськими за розмірами шламосховищами.

Розгалужена ресурсна база сприяє повномірному розвитку фабрично-заводського напрямку індустріального туризму, що представлений наступними підвидами: *промислово-металургійний* (ВАТ «Арселор Міттал Стіл Кривий Ріг»), *промислово-машинобудівний* (ВАТ Криворізький центральний рудоремонтний завод гірничого обладнання, ВАТ Криворізький турбінний завод «Констар», ВАТ «Криворіжгірмаш», ВАТ Дослідний завод КриворіжНДПрудмаш), *промислово-гірничо-будівельний напрям* (ВАТ «Кривий Ріг Цемент»), *промислово-хімічний* (ВАТ Криворізький силікатний завод, ЗАТ «Криворізький суриковий завод»), *промислово-енергетичний* (ВАТ Криворізька ТЕС), *легкопромисловий* (ВАТ «Полстар», ВАТ «Криворізька швейна фабрика «Старт», ЗАТ «Веретенно-вовнопрядильна фабрика»).

Поряд з цим індустріальне середовище регіону створює сприятливі умови для розвитку цілої низки супутніх видів туризму. І хоча вони мають дещо інший зміст, ніж власне індустріальний туризм, однак із-за спільності ресурсної бази та із-за спрямованості супутніх видів туризму на більш детальне розкриття та конструктивне доповнення індустріального туризму, ми вирішили розглядати їх у контексті підвидів індустріального туризму.

Індустріально-пізнавальний підвид – його зміст полягає в ознайомленні з індустріальною спадщиною в цілому, так і з окремими її об'єктами. Особливістю даного підвиду є те, що гносеологічні елементи притаманні всім без виключення підвидам індустріального туризму. Це, деякою мірою, нівелює необхідність виділення індустріально-пізнавального підвиду, проте зважаючи на цілісність та змістовність даного напрямку, вважаємо цілком доцільним його виокремлення.

Індустріально-навчальний підвид – передбачає відвідування індустріальних об'єктів з метою переведення теоретичних знань у практичну площину. Звісно, це переважно стосується студентів різноманітних ВУЗів політехнічного спрямування, які під час виробничих практик мають змогу ознайомитись з різноманітними виробничими процесами. Так, у місті два ВУЗи – Криворізький технічний університет та Криворізька металургійна академія, студенти яких набувають знань, умінь та нави-

чок під час проходження практик на гірничо-збагачувальних комбінатах та різноманітних заводах міста. З метою відвідування виробничих структур до міста приїжджають студенти інших ВУЗів України та Зарубіжжя.

Індустріально-науковий підвид – передбачає ознайомлення з тілами, явищами та процесами індустріального змісту з метою їх систематизації та класифікації як об'єктів індустріальної спадщини. Зокрема, викладачами та студентами Криворізького державного педагогічного університету, проводиться збір інформації, польові дослідження та картографування об'єктів індустріальної спадщини. Ще одним напрямком індустріально-наукового туризму є проведення наукових конференцій, що тією чи іншою мірою присвячені проблемам розвитку техногенних ландшафтів.

Індустріально-діловий підвид – характеризується тим, що процес відвідування індустріальних підприємств має за мету ознайомлення з певними технологіями виробництва, перейняття досвіду та укладання договорів представниками різних підприємств. На Криворізжі зосереджено понад 6 тисяч підприємств, з яких близько 90 великих [18], які можна відвідувати. Тут можуть бути створені всі умови для проведення як всеукраїнських так і міжнародних ділових засідань з метою проведення найрізноманітніших фінансових операцій.

Індустріально-екологічний підвид – у даному напрямку було виокремлено ще два підвиди, які хоча й об'єднані спільним екологічним спрямуванням, проте мають зовсім різний зміст:

- контрастний підвид – має за мету екологічне виховання шляхом наочної презентації негативного впливу людини на довкілля при контрастному показі природоохоронних об'єктів (як має бути в ідеалі) та антропогенно трансформованих об'єктів (що ми маємо після втручання людини);

- відновлювальний – передбачає проведення рекультиваційних робіт на антропогенно трансформованих та антропогенно модифікованих територіях з метою опаркування території та створення зон відпочинку в умовах індустріальних ландшафтів.

Індустріально-спортивний підвид – організації спортивно-туристичної діяльності в криворізькому регіоні сприяє подібність антропогенних ландшафтів ландшафтам різних геосистем. Так шахти є аналогами печер, аналогам гір є круті і скелясті схили стародавніх кар'єрів, сипкі та курумоподібні поверхні відвалів.

З огляду на наявну індустріальну спадщину, розвиток спортивного туризму відбувається за двома основними напрямками:

- тренувальний – полягає у проведенні тренувань перед походами як різних напрямків туризму, так і різних категорій складності. Наявність у місті індустріальних ландшафтів, що є зменшеною моделлю гір, створює сприятливі умови для відпрацювання руху крутими схилами з практикуванням раціональної техніки ходьби (правильна постановка ніг, опора на альпеншток), руху порослими травою, осипними схилами, оволодіння прийомами зав'язування необхідного набору вузлів і обв'язок, оволодіння технікою спуску і підйому по вертикалі при зовнішній страховці, руху у зв'язці по 2–4 чоловіка при взаємній страховці, організації страхування потерпілих на імпровізованих ношах, страхувальних поясах, оволодіння елементами техніки рятувальних робіт у гірських умовах тощо. За подібною методикою здійснюються тренування скелелазів та альпіністів.

Наявність на Криворізжі системи лінійних горизонтальних та вертикальних порожнин: ортів, квершлагів, штреків, гезенків, колодязів, стволів, є основою для розвитку спелеотуризму.

- змагальний – передбачає проведення в індустріальному середовищі різноманітних змагань як місцевого, так регіонального та державного рівнів. Тут цілком

доцільно проводити змагання з техніки пішохідного туризму (є сприятливі умови для подолання завалів, спусків та підйомів по схилам, для проведення нічних крос-походів), гірського туризму (подолання скель, рух по осипам), велотуризму (рух по вузькій стежці, об'їзд складних ділянок, рух по ґрунтовим дорогам). Висота відвалів сприяє проведенню змагань зі скелелазіння.

Індустріально-екстремальний підвид – до цього напрямку зазвичай відносять подорожі та екскурсії, що здійснюються у складних умовах (часто на межі фізичних можливостей людини) і потребують спеціальної підготовки та спорядження. Місто має величезні шанси щодо організації екстремального туризму, адже тут знаходяться одні з найглибших в Європі шахти, кар'єри, провалля. В Україні існує практика проведення змагань з підземного орієнтування, що мають місце в одеських катакомбах, подібні змагання можна проводити і в шахтах Кривбасу, що нині не функціонують.

Індустріально-розважальний підвид – включає проведення різноманітних заходів розважального характеру (конкурси, фестивалі, шоу-програми). Такі заходи можна приурочувати до певних свят, як-то День металурга, День шахтаря тощо. Стимулювати розвиток даного підвиду туризму можна шляхом створення на теренах індустріального Криворіжжя тематичних парків, анімаційних програм, музеїв нетрадиційної тематики.

Щоб структуровано відобразити всі взаємозв'язки різних підвидів індустріального туризму та виявити їх інтеграційні властивості, було зроблено спробу схематично їх розкрити (рис. 1).

З даної схеми чітко прослідковується проникнення індустріально-пізнавального туризму до інших підвидів. Також стає очевидним, що підвиди індустріального туризму утворюють тріади: 1) індустріально-екологічний – індустріально-науковий – індустріально-діловий та 2) індустріально-спортивний – індустріально-екстремальний – індустріально-розважальний. Ці тріади пов'язані більш чіткими зв'язками, спільним спрямуванням та подібністю ресурсної бази.

Для того, щоб виявити перспективність розвитку індустріального туризму та окремих його напрямків, було проведене анкетування мешканців криворізького регіону. Його результати дали змогу структурувати отриману інформацію та прослідкувати наявний потенціал за різними категоріями туристів.

Детальний аналіз розподілу інтересів залежно від різних категорій туристів, переконує нас у тому, що підвиди індустріального туризму цікавлять переважно молодь та дорослих людей, майже не переймаючи пенсіонерів. За гендерною ознакою до індустріального туризму більш схильні чоловіки, стосовно сімейного стану, в більшості індустріальним туризмом займаються неодружені. За соціальним статусом індустріальний туризм приваблює в основному представників інтелігенції та бізнесу. Порівнюючи ці дані із загальносвітовими тенденціями розвитку туризму, можна відзначити, що на відміну від класичних видів туризму, індустріальним туризмом займається значно менша частка пенсіонерів (вікова ознака) та жінок (статева ознака), показники за сімейним станом та соціальним статусом майже збігаються із загальносвітовими.

Висновки. Провівши ґрунтовне дослідження, варто відзначити особливості становлення індустріального туризму на теренах Криворіжжя:

- ресурсна база Криворіжжя сприяє розвитку багатьох підвидів індустріального туризму;
- екскурсії можливо здійснювати як на неробочі, так й на працюючі виробничі об'єкти;
- при проведенні екскурсій варто залучати елементи анімації – обід у робочій їдальні, переодягання в робочий одяг, присутність під час видобутку корисної копа-

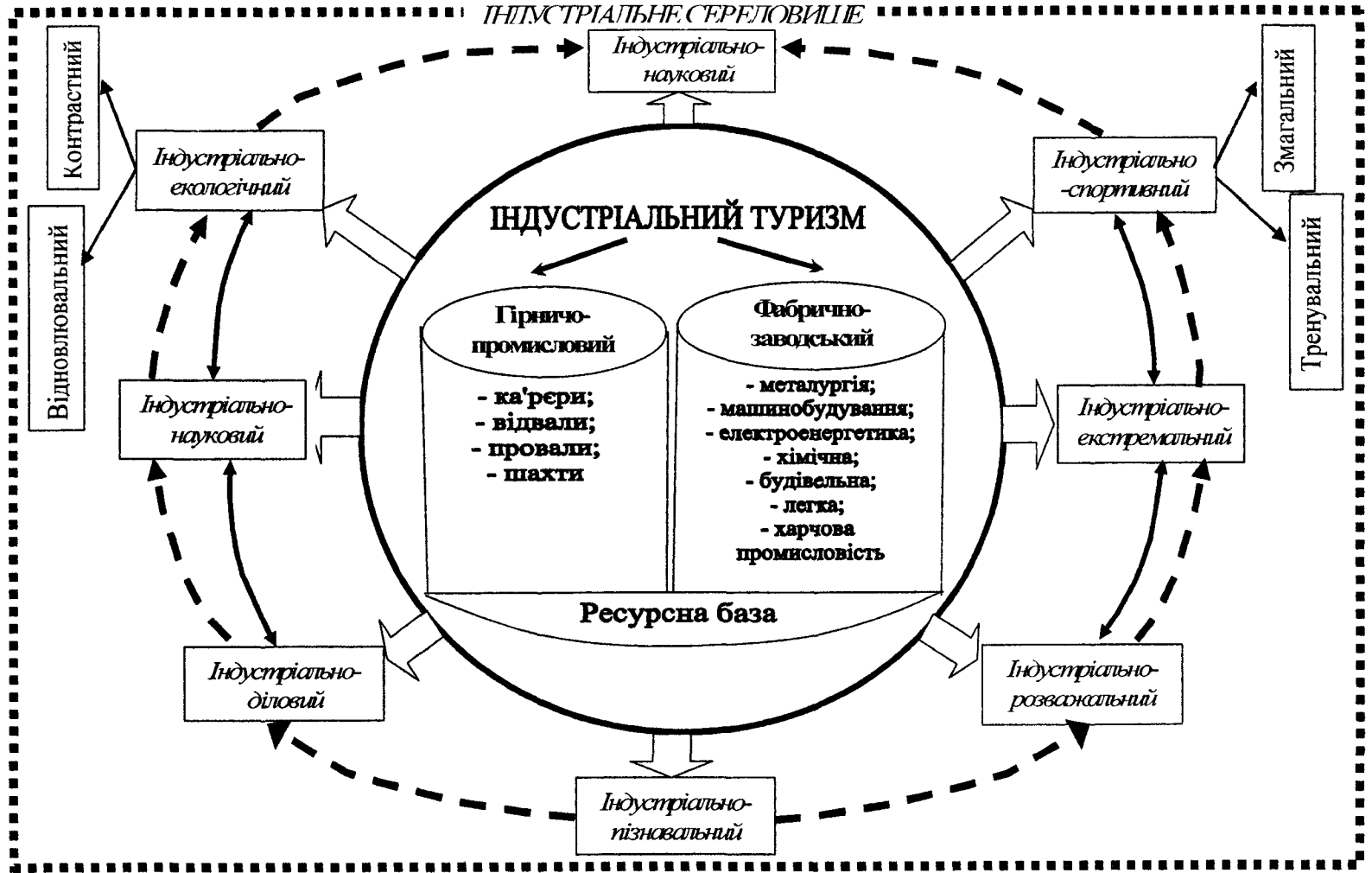


Рис. 1. Індустріальний туризм та його напрямки

лини або виготовлення промислової продукції, спостереження роботи різноманітних гірничих механізмів;

Таблиця 1

Розподіл інтересу залежно від різних категорій туристів

Підвиди індустріального туризму	Категорійні ознаки туристів										
	Вік			Стать		Сімейний стан		Соціальний статус			
	Молодь	Дорослі	Пенсіонери	Чоловіки	Жінки	Одружені	Неодружені	Робітники	Селяни	Інтелігенція	Бізнесмени
1. Індустріально-пізнавальний	≈	+	◆	≈	≈	≈	≈	◆	◆	+	+
2. Індустріально-навчальний	+	≈	-	+	◆	≈	≈	+	-	≈	◆
3. Індустріально-екологічний	◆	+	≈	≈	≈	≈	≈	◆	◆	+	≈
4. Індустріально-науковий	◆	+	◆	+	≈	≈	≈	-	-	+	≈
5. Індустріально-діловий	≈	+	◆	+	◆	≈	+	◆	-	◆	+
6. Індустріально-спортивний	+	≈	-	+	◆	≈	+	≈	◆	≈	≈
7. Індустріально-екстремальний	+	≈	-	+	◆	◆	+	≈	◆	◆	+
8. Індустріально-розважальний	+	≈	-	+	◆	◆	+	+	◆	◆	+

+ – високий інтерес; ≈ – середній інтерес; ◆ – низький інтерес; - – інтерес відсутній

– екскурсії на об'єкти гірничо-промислового класу мають сезонний характер, тоді як екскурсії на об'єкти фабрично-заводського класу можливо проводити цілорічно;

– екскурсії на виробничі об'єкти переслідують пізнавальні, навчальні, ділові, спортивні, наукові, розважальні цілі;

– індустріальний туризм є комплексним напрямком, тому при організації екскурсії варто раціонально поєднувати відвідування різних класів виробничих об'єктів;

– індустріальний туризм завжди організований, «дикий» індустріальний туризм небезпечний для життя;

– індустріальний туризм орієнтований, як правило, на молодь, представників бізнесу та інтелігенцію.

Бібліографічні посилання

1. Казаков, В. Л. Техногенний туризм у системі природокористування / В. Л. Казаков, Т. А. Казакова, О. Й. Завальнюк // Екологія і раціональне природокористування: рб. наукових праць Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка. – 2006. – 244 с.
2. Казакова, Т. А. Екскурсії в шахту – перспективний напрямок розвитку техногенного туризму / Т. А. Казакова // Теоретичні, регіональні, прикладні напрями розвитку антропогенної географії та ландшафтознавства. Матер. II міжнар. наук. конф. – Кривий Ріг, 2005. – С. 124–127.
3. www.kryvyirih.dp.ua

Надійшла до редколегії 17.12.09

УДК 615.834.2:55:615.838

О. В. Сторчак

Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології

ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИХ ЛІКУВАЛЬНИХ ПЛЯЖІВ ТА ОЦІНКА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В КУРОРТНО-РЕКРЕАЦІЙНИХ ЦІЛЯХ

При оцінці території акваторії і узбережжя, можливого їх використання в курортно-рекреаційних цілях, застосовуються критерії лікувальних пляжів з урахуванням одночасного перебування хворих на пляжі, а також геоморфологічних, інженерно-геологічних, гідрогеологічних і геологічних умов.

Ключові слова: акваторія, лікування, пляж, геологічні умови.

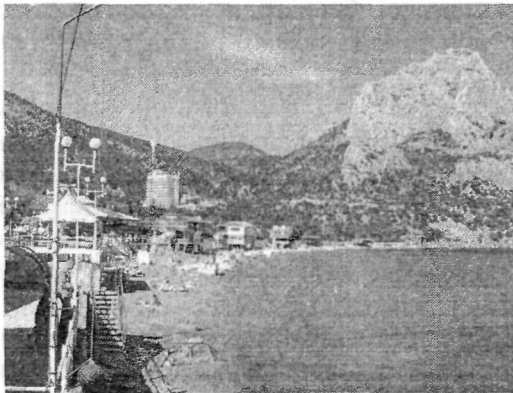
При оценке территории акватории и побережья, возможного их использования в курортно-рекреационных целях, применяются критерии лечебных пляжей с учетом одновременного пребывания больных на пляже, а также геоморфологических, инженерно-геологических, гидрогеологических и геологических условий.

Ключевые слова: акватория, лечение, пляж, геологические условия.

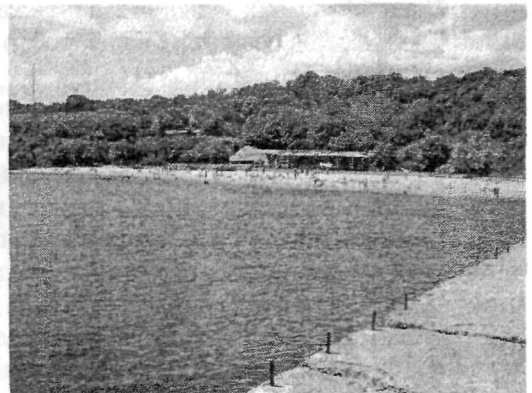
In assessing the territory waters and the coast, their possible use in resort and recreational purposes, apply the criteria of therapeutic beaches subject to simultaneous patients stay on the beach, as well as geomorphological, geological, hydrological and geological conditions.

Key words: water area, treatment, beach, geological conditions.

Північно-західне Причорномор'я та АР Крим мають всі необхідні умови для розвитку рекреаційних ресурсів, у т. ч. і природних лікувальних пляжів. Лікувальний пляж є одним з найважливіших елементів території, що використовується в курортно-рекреаційних, курортно-бальнеологічних цілях [2]. Багаті природні ресурси морських пляжів недостатньо використовуються для бальнеологічних потреб. Тим часом морські пляжі представляють великі можливості для широкого курортно-бальнеологічного будівництва [3]. Пляж – це перше, з чим знайомляться на морському узбережжі курортники (рис. 1). Вони відіграють важливу роль у роботі курортів на березі морів, річок, озер [4].



пляж в Новому Світі, 2008 р.



пляж в Одесі, 2008 р.

Рис. 1. Морські пляжі північно-західного Причорномор'я та АР Крим

Критеріями оцінки при виборі акваторії і узбережжя в рекреаційних цілях можуть служити санітарно-гігієнічні показники, температура води, глибина акваторії, механічний і мінералогічний склад донних і прибережних ґрунтів, рельєф і стан дна водного об'єкта, сонячна експозиція, захищеність пляжу від частих і сильних вітрів, характеристика берегів, стійкість пляжу до хвилевої дії в часі, безпека місцевості відносно обвалів, осипів, зсувів та інше [2].

Пляжем називається накопичення наносів у зоні дії прибірного потоку. Наноси утворюють два елементи профілю – пляж, а на дні, далі від берега, підводну акумулятивну терасу з крупним зовнішнім краєм (рис. 2). Верхня границя пляжу відрізняється межею заплескання найбільш крупних штормових хвиль, які повсюдно на абразійних берегах досягають підніжжя кліфу. Нижня границя пляжу не завжди може бути встановлена морфологічно з достатньою точністю. У переважній більшості випадків її відзначає початок голої поверхні бенча.

У цілому, поверхня корінних порід, сточена морем, називається абразійною терасою (див. рис. 2).

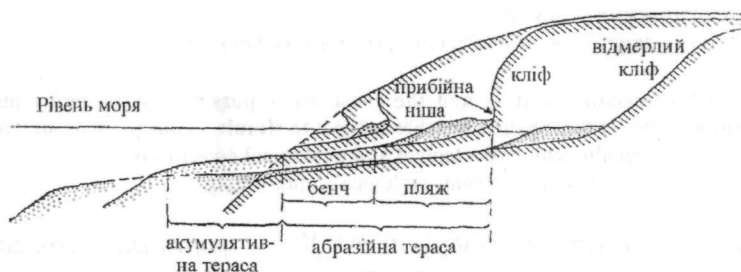


Рис. 2. Послідовні фази розвитку профілю берега

Середній рівень моря розділяє пляж на підводну і надводну частини, які найтіснішим чином зв'язані між собою як за формою профілю, так і за складом матеріалу. У різні періоди року потужність і ширина цих частин можуть значно змінюватися одна за рахунок іншої.

Але не всі курортники знають, що пляж має велике підводне продовження – наносний шлейф. Зате їх завжди цікавить характерна особливість переважно галечних пляжів – ціла серія берегових валів, тобто пологих гряд з гальки, які створено останнім сильним штормом (рис. 3а) [4].

Пляжі північно-західного Причорномор'я складено, в основному, кварцовим середньо- і дрібнозернистим піском з незначною домішкою гравійно-галькового матеріалу і стулок раковин (рис. 3б). Сухий морський пісок добре поглинає і погано проводить тепло, внаслідок чого пісочні ванни і з вищою температурою, ніж водні, переносяться легше. Пісок гігроскопічний і при постійному потовиділенні під час процедури вбирає піт, що полегшує стан хворого. Вважається, що псамолікування є найніжнішою діючою процедурою [1].

Розглянемо розподіл наносів за профілем дна (рис. 4). Якщо, починаючи з пляжу і закінчуючи найглибшою частиною підводного схилу, то виявляється, що всюди наноси досить строго розсортовані. Уявимо, що на ділянці є наноси всіх крупностей – від валунів до тонкого піску. Валуні (до них відносяться породи від 10 до 100 см у діаметрі) лежать лише на пляжі, і в тиху погоду на дні їх, зазвичай, не зустріти. Галька (окатані породи діаметром від 1 до 10 см) складає основну масу наносів пляжу і

входить у воду, зазвичай, на невелику глибину – до 1,5 – 2 м. Нижче лежить гравій (дрібні частки діаметром від 1мм до 1 см). На глибині гравій граничить з піском (діаметром зерен від 0,1 до 1,0 мм). Нарешті, вже на значних глибинах, де дія хвиль майже не відчутна, залягає алеврит, мул – частки діаметром 0,1-0,01 мм. У алевритах сортування різко погіршується із-за великої домішки часток менше 0,01 і навіть 0,001 мм. Тут донні відклади вже перестануть бути наносами, які сортують хвилі. Вони є в'язкими, легко взмучуваною масою і називаються мулом.

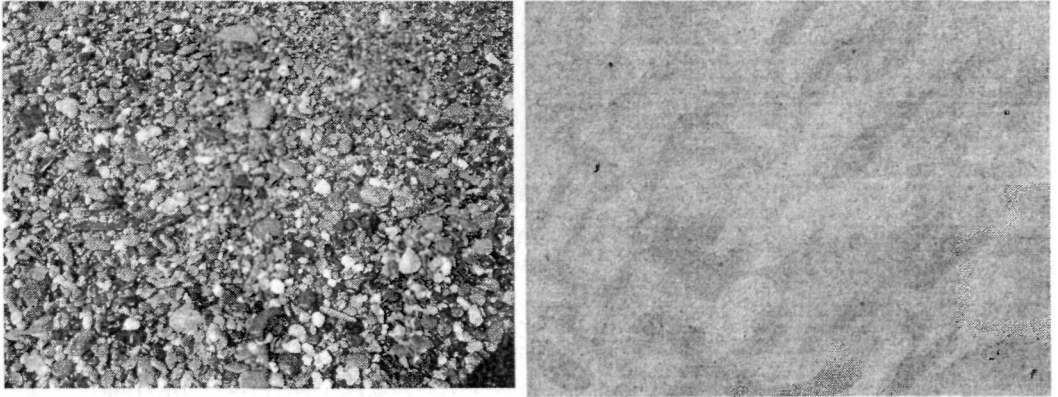


Рис. 3. Пляжі на узбережжі АР Крим (а) та північно-західного Причорномор'я (б)

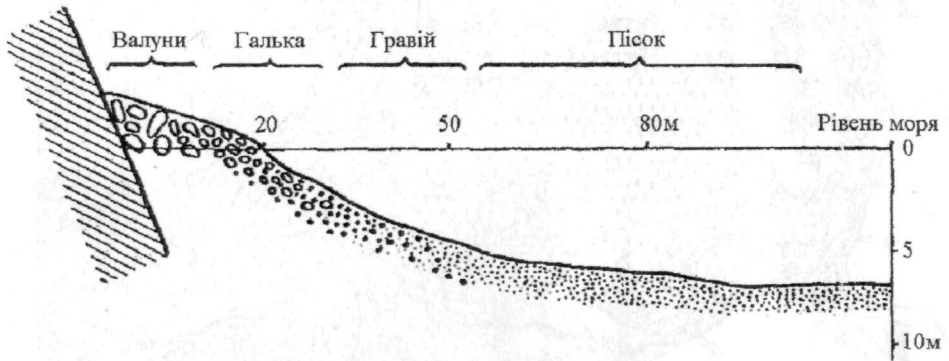


Рис. 4. Розподіл наносів на підводному береговому схилі і пляжі

Природно, що до моря потрапляють частки самої різної крупності в результаті руйнування берега і з гирл річок (рис. 5). У річці всі наноси незалежно від їх крупності йдуть лише в один бік – за течією. У морі частки різної крупності можуть подорожувати по дну, до берега або в бік моря, на досить великі відстані – від декількох десятків метрів до декількох кілометрів. Такий процес називається поперечним переміщенням наносів (поперечним, відносно берегової лінії). Якщо дно складене грубим наносом (валуни, галька, черепашка), то крупні частки, безперервно стикаючись і ударяючись одна об одну, поступово стираються і стають все меншими [4].

Але при визначенні меж лікувальних пляжів, їх обладнання потрібно враховувати небезпечні сучасні геологічні процеси, які ведуть до інтенсивної рухомості берегових форм рельєфу, в тому числі і руйнації берегів (рис. 6).

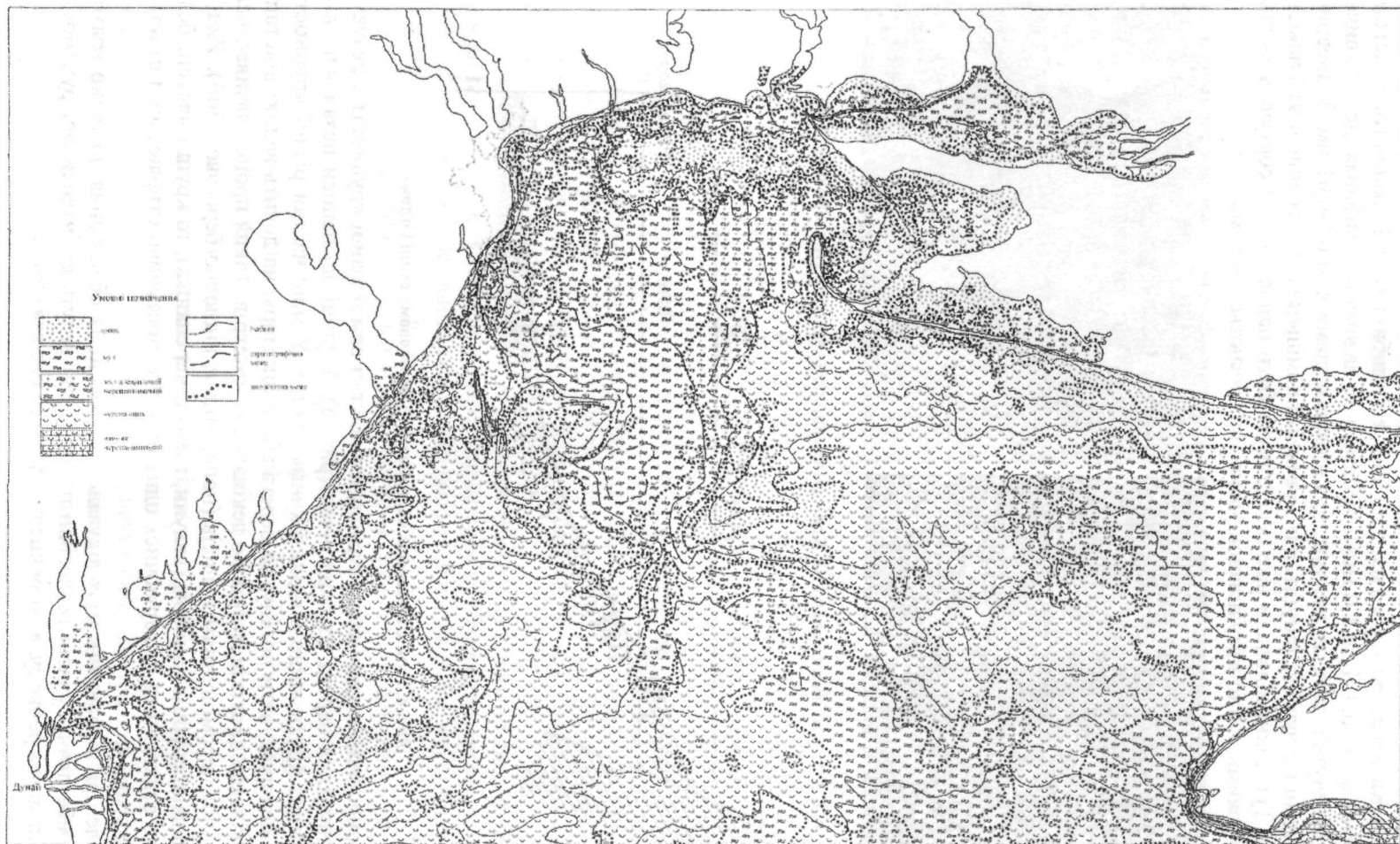
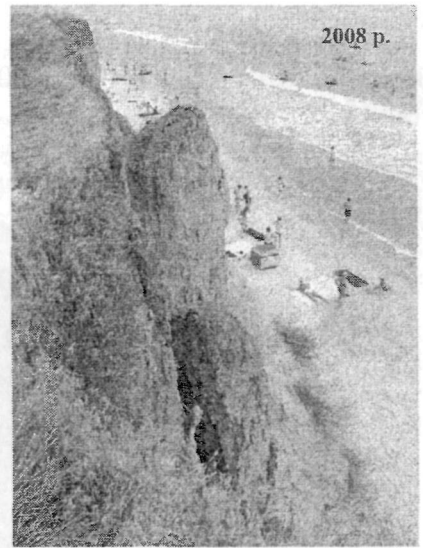


Рис. 5. Літологічна схема північно-західного Причорномор'я (за даними ДРГП «Причорноморгеологія»)



2007 р.



2008 р.

Рис. 6. Сучасний вид морського узбережжя біля с. Нова Дофіновка (2007 р.) та на прикладі потенційної курортної території Лебедівка (2008 р.)

До небезпечних екзогенних геологічних процесів (НЕГП) відносяться такі процеси, які відбуваються на поверхні землі, змінюють склад, структуру та рельєф земної поверхні.

Найбільш поширеними НЕГП на морському узбережжі є абразія, ерозія та зсуви [1]. Отже, пляжні зони мають бути захищені від абразії, зони осипів, обвалів, затоплення (рис. 7). Берегозахисні заходи слід розробляти в комплексі з протизсувними, передбачаючи заходи активного захисту прибережних територій, забезпечуючи збереження і розширення тих, що існують (рис. 8) або створення штучних пляжів у комплексі з хвилезахисними спорудами (бонами, хвилеломами, молами та ін.) [5].



Рис. 7. Пляжі, які не захищені від абразії, зсувів, обвалів та підтоплення біля с. Нова Дофіновка (2007 р.) та на прикладі потенційної курортної території Лебедівка (2007 р.)



При оцінці території акваторії і узбережжя з позиції можливості їх використання в рекреаційних цілях, застосовують критерії лікувальних пляжів, які можна розділити на 5 категорій:

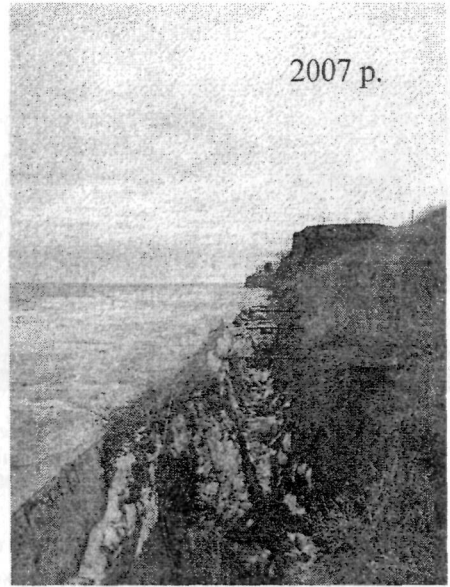
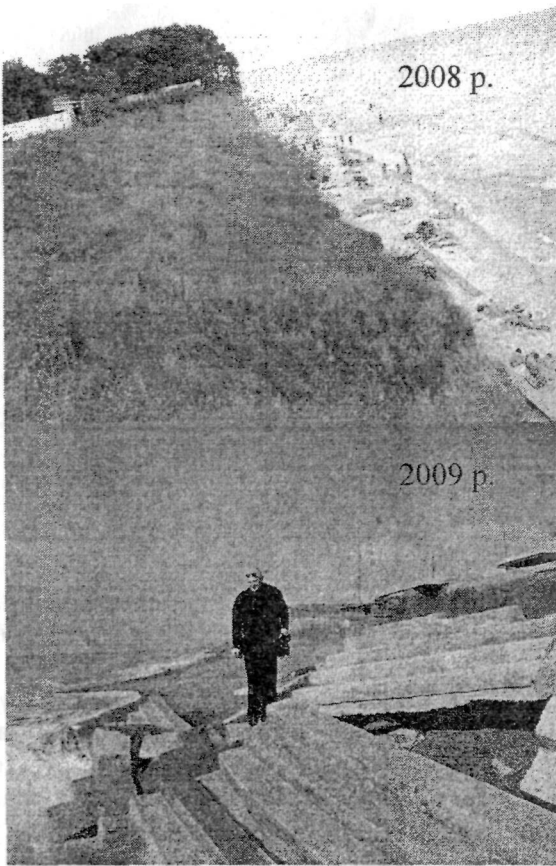


Рис. 8. Протизсувні заходи на приклади потенційної курортної території Лебедівка (2007–2008 рр.) та в АР Крим (2009 р.)

1 – акваторії придатні для пляжно-купального відпочинку без обмежень. Мілина і береги пологі, пляжним матеріалом є шар піску завтовшки не менше 1 м, ширина пляжної смуги більш 25 м. Для організації пляжу на такому узбережжі потрібні незначні роботи по очищенню дна і прибережної смуги суші;

2 – дно акваторії і береги галечні (черепашкові), мілина і береги пологі, ширина пляжної смуги 20–25 м. Для організації пляжу потрібні незначні роботи по очищенню дна і узбережжя від валунів і сторонніх предметів;

3 – дно акваторії до глибини 1,5 м складають валуни, водорості, берег трав'янистий, сирий, пляжна смуга може досягати 10–15 м і більше. Для організації пляжу на таких територіях потрібні значні роботи з інженерної підготовки територій (завезення піску, гальки, вивіз і прибирання валунів, розчищення дна, меліоративні роботи тощо);

4 – акваторії і береги непридатні в найближчі 15–20 років для організації пляжу: дно акваторії до 1,5 м мулисте, заболочене, є обриви, валуни, ширина пляжної смуги 5–10 м, береги круті, обривисті, глинисті, затоплені. Для пристрою пляжу на таких ділянках потрібні великі матеріальні витрати по інженерній підготовці;

5 – акваторії і узбережжя використовуються не в рекреаційних цілях (заповідники, причали, порти тощо) [2; 5].

За цими критеріями всі пляжі поділяються на три категорії: сприятливі, відносно сприятливі і несприятливі. Самі характеристики акваторії і берега пляжної зони можуть бути використані для оцінки якості пляжів лікувально-оздоровчих установ,

що діють, і в розробці заходів щодо їх благоустрою. Крім того, при розробці заходів щодо поліпшення санітарного стану і благоустрою пляжу слід враховувати їх функціональне зонування і вимоги, що пред'являються, до їх організації. Лікувальні пляжі підрозділяються на дві функціональні зони: лікувальну і допоміжну.

Лікувальна зона включає акваторію для купання, акваторію для прогулянок на шлюпках і гідровелосипедах і власне пляж, де проводяться псамотерапія і контроль за самопочуттям хворих [5].

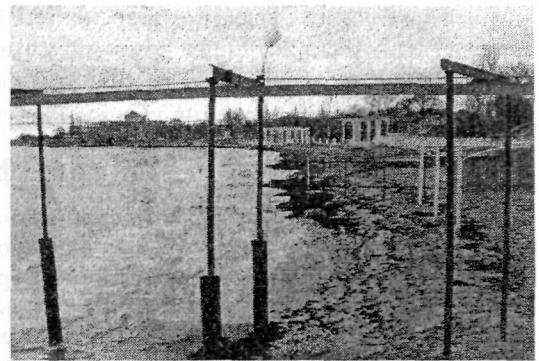
Акваторія для купання повинна мати полого дно. Вона обмежується максимальною глибиною: для дорослих – 3 – 4 м, для батьків з дітьми – 2 – 2,5 м, для дітей – не більш 1,8 м. Зона купання на дитячих пляжах повинна мати піщане, гравійне або галечне дно з пологим ухилом (не більше 0,02 %). При організації акваторії для купання вельми важливо визначити відстань від урізу води до буйків, що обмежують зону купання. Ця відстань не повинна перевищувати для дорослих 75 м, для батьків з дітьми 40 м, для дітей 25 м [2; 5].

Акваторія для прогулянок на шлюпках та гідровелосипедах на морських, озерних і штучних водосховищах, як правило, виділяється за зоною купання (за буйками) з максимальним віддаленням від урізу води і повинна складати не більш 500 м. На річкових акваторіях вона визначається індивідуально, залежно від глибини, ширини річки, швидкості течії тощо.

Власне пляж (від урізу води до максимального заплескання води) призначений для прийняття лікувальних процедур. Будівництво різного роду навісів на піщаних акумулятивних пляжах має бути заборонене, оскільки порушується динамічна рівновага між морем і сушею, що приводить до розмивів пляжів або до їх деградації (рис. 9) [5].



грудень, 1959 рік



грудень, 2005 рік

Рис. 9. Зміна пляжу в Євпаторії

За характером водного джерела лікувальні пляжі діляться на приморські, приозерні, річкові. При проектуванні лікувальних приморських пляжів слід виходити з мінімально допустимих норм площ побережжя на одне місце. Такими нормами є для спеціалізованих санаторіїв 8–12 м², для кліматичних, бальнеокліматичних, грязекліматичних, бальнеогрязекліматичних і дитячих – 5 м². При цьому протяжність берегової лінії при ширині пляжної смуги 25 м і більше повинна складати не менше 0,2 м на одного дорослого і 0,25 м на дитину. Площа акваторії у всіх випадках повинна складати на одного дорослого не менше 5 м², а в непроточних водоймищах – 10 м² [2].

Допоміжна зона примикає до пляжу і є його продовженням. Тут розташовуються всі споруди, пов'язані з обслуговуванням пляжів. Пляжі відділяються від інших

територій зеленою захисною зоною шириною не менше 100 м. Пляж і 100-метрова захисна зона входять в I зону санітарної охорони курортно-рекреаційних об'єктів. Тут забороняються всі види робіт, не пов'язані з їх благоустроєм та експлуатацією (рис. 10) [5].

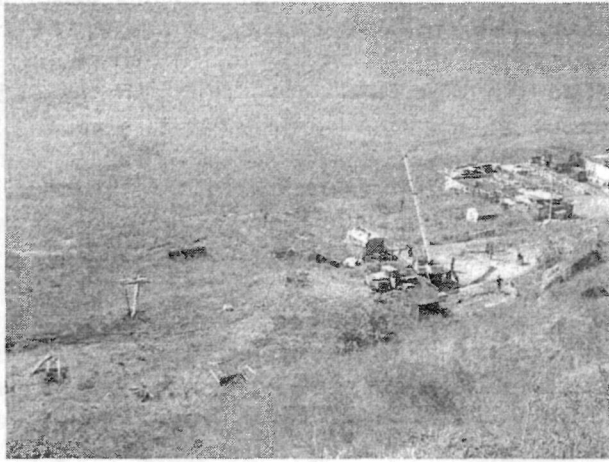


Рис. 10. Освоєння морського схилу біля с. Нова Дофіновка, проведення земляних робіт та нове будівництво (2007 р.)

Розміри лікувальної і допоміжної зон у кожному випадку встановлюються з урахуванням одночасного перебування хворих на пляжі і приведених вище нормативів, а також фізико-географічних, гідрогеологічних і геологічних умов [2].

Таким чином, пляжі на узбережжі АРКрим та північно-західного Причорномор'я розташовані у сприятливих природнокліматичних умовах, які у поєднанні з прилеглою морською акваторією створюють своєрідний природний лікувальний ресурс для лікування, оздоровлення та профілактики захворювань дорослих та дітей.

Бібліографічні посилання

1. Біленький К. Е. Урахування небезпечних сучасних геологічних процесів при визначенні меж лікувальних пляжів у регіоні північно-західного Причорномор'я / К. Е. Біленький, О. В. Сторчак // Медична реабілітація, курортологія, фізіотерапія. – 2009. – №2 (58). – С. 37.
2. Боровик Э. Б. Медико-технологические требования к выбору, оценке и функциональному зонированию территорий лечебных пляжей / Э. Б. Боровик // Вопросы курортологии, физиологии и лечебной физической культуры. – 1985. – № 4. – С. 48–51.
3. Дзенц-Литовский А. И. Геологические условия формирования морских пляжей, соляных озер и минеральных грязей Крыма и перспективы их использования для лечебных целей / А. И. Дзенц-Литовский // Тезисы докладов конференции по вопросам использования природных лечебных ресурсов Украинской ССР. – К., 1957. – С. 60–62.
4. Зенкович В. П. Берега Черного и Азовского морей / В. П. Зенкович. – М., 1958. – 374 с.
5. Корнилова Р. П. Ландшафтно-климатические лечебные факторы и устойчивость природных элементов к антропогенным нагрузкам / Р. П. Корнилова, И. В. Бутьева // Методика изучения природных курортных факторов с целью обоснования их горно-санитарной охраны. – М., 1985. – С. 76–83.

Надійшла до редакції 12.01.10

ЗМІСТ

Геологія

ГЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Богданович В. В. К литологии збручских отложений (нижний сармат) Никопольского марганцеворудного бассейна.....	3
Иванов В. Н. Вольфрам-молибденовый рудный потенциал Украины.....	6
Холошин И. В. Применение GPS при проведении геолого-технологического картирования месторождений полезных ископаемых	13
Бондар О. В., Дуднік Н. Ф. Дослідження кристаломорфології і складу піритів із рудних зон Середнього Придніпров'я	20
Савчук В. С., Кузьменко О. О. Склад і якість вугілля Богданівського родовища та основні напрями його раціонального використання	30

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Кроїк Г. А., Демура В. І. Термічні методи знешкодження відходів: аналіз та екологічні наслідки	37
Кроїк Г. А., Горова А. І., Павличенко А. В. Оцінка ступеню техногенного забруднення ґрунтів територій промислових агломерацій Дніпропетровської області.....	42
Кроїк А. А., Дорганова Л. О. Оценка возможностей применения методов космического мониторинга для исследования экологического состояния территорий загрязненных тяжелыми металлами	51
Серебряна М. З., Тонкова Н. В. Особливості золотовміщуючих мінералів та руд у зв'язку з можливістю використання біотехнологічних способів збагачення	55
Шерстюк Н. П., Власова И. А., Носова Л. А. Анализ процесса гидролиза в формировании зоны гипергенеза районов горнодобывающей промышленности	59
Білецька В. А. Вивчення процесів іммобілізації свинцю та хрому осадовими породами не порушеної структури.....	64
Белецкая В. А., Яцечко Н. Е., Конограй Т. М., Сысоева А. С. Особенности сорбции марганца осадочными породами юго-востока Украины.....	68
Малінкіна С. К., Томчакова Д. А., Серебряна М. З. Біовилуження молібдену із золотомолібденової руди Східно-Сергіївського рудопрояву	70
Тонкова Н. В., Серебряна М. З. Дослідження процесу адсорбції мікробних клітин Т. Ferrooxidans на сульфідно-кварцових золотовміщуючих рудах при їх фракціонуванні	75

ГІДРОГЕОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ

Евграфкина Г. П. Математические модели солепереноса в зоне аэрации техногенно нарушенных территорий.....	80
Мокрицкая Т. П. К вопросу о моделях пространственного распределения показателей свойств грунтов городских территорий	84
Єрченко М. А., Войцеховська В. В. Прогноз вторинного засолення порід зони аерації на території, прилеглої до скидного каналу.....	91
Босевская Л. П. Основные принципы инженерно-геологической оценки соляных массивов, использование их как среды для сооружения подземных объектов различного назначения	95

Географія

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Міщенко Л. В. Визначення принципів організації єдиної державної системи екомоніторингу на прикладі Карпатського регіону	106
Міщенко Л. В. Геоєкологічна оцінка компонентів довкілля Закарпатської області	110
Горб А. С. Агрокліматичні умови пожнивного періоду на Дніпропетровщині	117
Горб А. С., Мороз К. Ф. Фінансова оцінка водних ресурсів Дніпропетровської області....	120
Кирилюк О. В. Стійкість заплавно-руслових комплексів басейну річки Гуків	124
Костенюк Л. В. Кліматичні умови та гідрологічний режим басейну Верхнього Пруту.....	130
Задорожня Г. М. До питання щодо класифікації похідних процесів та явищ у ландшафтах зон техногенезу	135
Юрочник В. Г. Природно-ресурсний потенціал Волинської області.....	141

ІСТОРИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Троценко О. В. Проблеми географічного джерелознавства в історико-географічних дослідженнях регіонального рівня (на прикладі Дніпропетровської області)	146
Таран Г. О. Класифікація інформаційних джерел для дослідження історико-географічної стадіальності процесів заселення Південно-Східної України.....	150
Горожанкіна Н. А. Географічний аналіз процесу народжуваності та його взаємозв'язок з освітнім рівнем жінок.....	157
Половка С. Г. Сім кроків на зустріч відтворенню морських геологічних досліджень в Україні.....	167

РЕКРЕАЦІЙНА ГЕОГРАФІЯ ТА ТУРИЗМ

Манюк В. В. Туристическая и рекреационная составляющие мониторинга геологических памятников природы Украины	171
Пацюк В. С. Особливості становлення різних видів індустріального туризму на Криворіжжі	174
Сторчак О. В. Геологічні умови формування природних лікувальних пляжів та оцінка їх використання в курортно-рекреаційних цілях.....	181