
ТИПОЛОГІЯ ЛІТОЕКОТОПІВ

УДК 581.524

Н. В. Хлизіна¹, І. С. Паранько²

ГЕОХІМІЧНИЙ КОНТЕКСТ ТИПОЛОГІЇ ЛІТОЕКОТОПІВ ТА ЇХ ФІТОІНДИКАЦІЯ

¹Академія митної служби України

²Криворізький державний технічний університет

Типологія літоекотопів, як виділів природних скельних місцезростань рослин, так і відвалів скельних гірських порід, будується на формалізованій основі, але геологічна та геохімічна характеристики гірських порід є важливими для фітотичної та фітоценотичної індикації цих екотопів.

Ключові слова: типологія, літоекотоп, скельні гірські породи, індикація.

N. V. Khlykina¹, I. S. Paranko²

¹The State Customs Academy of Ukraine

²Kyryvi Rig State Technical University

GEOCHEMICAL CONTEXT OF TYPOLOGY OF LITHOECOTOPES AND THEIR PHYTOINDICATION

The typology of lithoecotopes, both as natural rocky plant-growth sites and refuse dump rocks, is based on formalized grounds, but geological and geochemical characteristics of rocks are very important for phytoindication of these ecotopes.

Keywords: typology, lithoecotope, rock, indication.

Екотопи скельних відвалів гірничозбагачувальних комбінатів Криворізького залізорудного басейну, так само як і природних скельних відслонень і осипів, за нашими визначеннями, є літоекотопами, які можна формалізовано класифікувати на основі багатьох критеріїв без визначення типу гірської породи або порід, які складають субстрати цих специфічних екотопів (Хлизіна, 2004). Однак більш повна типологія літоекотопів (Хлизіна, Паранько, 2004) на основі конкретизації субстратів є необхідною для фітотичної, фітоценотичної та сукцесійної їх індикації, екологічного прогнозування, заходів прискорення природного заростання, фіторекультивації та практичного багатотельового використання рослинності.

Об'єктами досліджень і осмислення були літоекотопи відвалів гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу, деякі критерії їх визначень, на основі яких методами формалізації, екстраполяції, деталізації та конкретизації елементно-компонентного підходу, за О. Л. Бельгардом (1950) та А. П. Травлєвим (1973), була побудована одна з їх типологічних схем на основі субстратно-часових характеристик і проаналізовані можливості їх фітоіндикації.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Скельні відвали гірничозбагачувальних комбінатів як сукцесійні системи відзначаються великою складністю рельєфних виділів, які ми визначаємо як літоекотопи. Їх субстратну основу складають гірські скельні породи, до яких належать різні сланці, неокислені, малорудні, безрудні та окислені кварцити, яким властиві різні

© Хлизіна Н. В., Паранько І. С., 2005

фізико-хімічні особливості. Відзначається, що в покладах кварцитів і сланців з абсолютних органогенів і біофілів в наявності є *P, S, K, Mg, Ca, Fe, Na, Mn, Si, Ba, Zn* та достатньо великий набір мікроелементів і важких металів: *Ga, Ge, Co, Ni, Cr, V, Ti, Cu, Mo, Sn, Zr, Pb*. При цьому характерним є те, що в залізистих кварцитах кларки концентрації *Pb* значно менші, ніж у сланцях (0,21 та 0,90 відповідно), а щодо *P* – навпаки. Низька рослинна придатність сланців пояснюється також тим, що при вивітрюванні на їх основі формуються похідні сірки та хлору (іони кислотних залишків). Особливо негативний вплив виявляють сульфіди (табл. 1 та 2).

Таблиця 1

Кларки концентрацій хімічних елементів у породах саксаганської свіги (сланцеві горизонти)

Концент- рація	Ga	Ge	Co	Ni	Cr	V	Ti	Mn
СЛАНЦЕВІ ГОРИЗОНТИ								
У межах зони впливу Саксаганського насуву (Саксаганський район)								
Min	0,03	2,2	0,12	0,07	0,13	0,02	0,01	0,05
Max	0,68	5,5	0,46	0,97	1,24	0,78	0,38	1,18
Ділянки, не порушені насувною тектонікою (Південний район)								
Min	0,35	2,28	0,19	0,48	0,38	0,04	0,1	0,47
Max	0,84	3,75	0,43	0,68	1,12	0,53	0,43	2,49
ЗАЛІЗИСТІ ГОРИЗОНТИ								
У межах зони впливу Саксаганського насуву (Саксаганський район)								
Min	0,04	6,5	7,5	1,55	0,26	0,11	0,05	0,56
Max	0,1	9,1	7,5	3,5	32,9	0,27	0,028	1,40
Ділянки, не порушені насувною тектонікою (Південний район)								
Min	0,04	2,87	7,5	2,13	0,34	0,19	0,04	1,06
Max	0,04	8,0	7,5	3,18	0,46	0,2	0,05	1,41
Концент- рація	Cu	Mo	Zn	Pb	Sn	P	Zr	Ba
СЛАНЦЕВІ ГОРИЗОНТИ								
У межах зони впливу Саксаганського насуву (Саксаганський район)								
Min	0,17	0,19	0,015	0,08	0,08	0,28	0,09	0,01
Max	0,46	0,81	0,62	0,90	0,33	0,78	1,0	7,4
Ділянки, не порушені насувною тектонікою (Південний район)								
Min	0,19	0,42	0,36	0,24	0,08	0,74	0,56	0,67
Max	0,34	0,5	0,48	0,68	0,24	0,85	1,26	0,93
ЗАЛІЗИСТІ ГОРИЗОНТИ								
У межах зони впливу Саксаганського насуву (Саксаганський район)								
Min	1,12	2,25	0,90	0,21	1,0	0,82	0,14	0,05
Max	16,5	2,5	2,13	0,21	1,0	3,50	0,34	6,40
Ділянки, не порушені насувною тектонікою (Південний район)								
Min	1,68	5,0	1,94	0,21	1,0	2,30	0,31	4,70
Max	3,2	5,0	10,8	0,21	1,0	3,50	0,33	5,80

Загальновідома трофність багатьох гірських порід та особливості їх вивітрювання дозволили Л. В. Стеревській увести поняття «літоземи», яке, на нашу думку, коректно використовувати для характеристики скельних субстратів (сланців і кварцитів), їх сумішей при вихідному безпосередньому винесенні на земну поверхню та в наступні періоди їх вивітрювання та розкладання з домішками пилу при вітровій і водній ерозії з поверхонь скельних і пухких розкривних порід або шламосховищ.

Рельєф, експозиція, фізико-хімічні властивості в цілому, особливо механічний склад, мінералізація, трофність, низька рослинна придатність субстратів гірських

порід істотно впливають на природне заростання скельних субстратів. У широкому наборі розкривних гірських скельних порід родовища залізних руд у Кривбасі є різні сланці, неокислені та окислені кварцити.

Таблиця 2

Кларки концентрації хімічних елементів у породах саксаганської світи Кривбасу
(для окремих горизонтів: *s* – сланцеві; *f* – залізисті)

Горизонт	Ga	Ge	Co	Ni	Cr	V	Ti	Mn
У межах зони впливу Саксаганського насуву (Саксаганський район) (ЦГЗК)								
Is	0,14	3,0	0,46	0,97	1,23	0,71	0,36	0,34
If	0,09	8,9	7,5	3,3	0,3	0,18	0,05	1,0
2s	0,4	2,2	0,34	0,88	1,24	0,78	0,38	0,05
2f	0,1	7,8	7,5	3,5	0,34	0,27	0,04	1,4
3–5s	0,68	2,8	0,39	0,93	1,0	0,52	0,34	1,18
5f	0,04	6,5	7,5	1,55	32,9	0,11	0,025	0,7
6s	0,03	3,7	0,12	0,07	0,21	0,02	0,01	1,0
6f	0,04	8,1	7,5	1,6	0,32	0,12	0,03	0,56
7s	0,07	5,5	0,12	0,13	0,13	0,04	0,03	1,12
7f	0,04	9,1	7,5	2,1	0,26	0,135	0,03	1,1
Ділянки, не порушені насувною тектонікою (Південний район) (НКГЗК, ПдГЗК)								
Is	0,35	3,75	0,28	0,48	0,38	0,04	0,1	0,99
If	0,04	7,5	7,5	3,1	0,43	0,19	0,05	1,06
2s	0,4	2,4	0,19	0,48	0,52	0,25	0,11	2,49
2f	0,04	8,0	7,5	2,13	0,34	–	0,04	1,41
3s	0,84	2,28	0,43	0,61	0,83	0,53	0,43	0,47
3f	0,04	2,87	7,5	3,18	0,46	0,2	–	1,24
4s	0,76	2,5	0,32	0,68	1,12	0,52	0,41	0,57
Горизонт	Cu	Mo	Zn	Pb	Sn	P	Zr	Ba
У межах зони впливу Саксаганського насуву (Саксаганський район) (ЦГЗК)								
Is	0,26	0,65	0,58	0,9	0,28	0,78	1,0	0,94
If	16,5	2,5	1,34	0,21	1,0	3,4	0,29	4,0
2s	0,17	0,81	0,015	0,5	0,33	0,78	0,09	0,01
2f	1,75	2,5	2,13	0,21	1,0	3,5	0,34	0,05
3–5s	0,46	0,52	0,62	0,38	0,08	0,76	0,75	7,4
5f	1,12	2,5	0,99	0,21	1,0	0,82	0,34	6,4
6s	0,18	0,19	0,16	0,08	0,08	0,28	0,14	0,52
6f	1,16	2,25	1,53	0,21	1,0	3,0	0,34	5,8
7s	0,23	0,19	0,32	0,08	0,08	0,66	0,29	0,52
7f	1,2	2,25	0,9	0,21	1,0	1,06	0,14	6,0
Ділянки, не порушені насувною тектонікою (Південний район) (НКГЗК, ПдГЗК)								
Is	0,25	0,42	0,47	0,24	0,08	0,85	0,56	0,67
If	1,68	5,0	10,75	0,21	1,0	3,5	0,31	4,7
2s	0,19	0,48	0,36	0,29	0,09	0,76	0,84	0,93
2f	1,75	5,0	10,8	0,21	1,0	2,9	0,32	4,7
3s	0,34	0,5	0,48	0,68	0,24	0,8	0,88	0,89
3f	3,2	5,0	1,94	0,21	1,0	2,3	0,33	5,0
4s	0,33	0,48	0,46	0,42	0,23	0,74	1,26	0,91

У стратиграфічних колонках (*рисунок*) виділяються такі сланці:

Карбонат-хлорит-біотитові	Біотит-хлоритові
Кварц-хлорит-біотитові	Амфібол-біотит-хлоритові
Талькові	Карбонат-амфібол-біотит-хлоритові
Кварц-хлорит-серецитові	Хлорит-амфіболові

Кварц-біотит-хлоритові
 Кварц-біотит-амфіболові
 Кварц-біотит-амфібол-хлоритові
 Амфібол-хлоритові
 Хлорит-біотитові
 Кварц-амфібол-хлоритові
 Графіт-хлорит-біотитові
 Кварц-серицит-хлоритові
 Карбонат-амфібол-хлоритові
 Гранат-амфіболові
 Хлоритові

Карбонат-амфібол-біотит-хлоритові
 Біотитові
 Амфібол-хлоритові
 Кварцити:
 мартитові
 гематит-мартитові
 силікат-магнетитові
 магнетитові
 магнетит-силікатні
 карбонат-кварцеві безрудні
 карбонат-силікат-магнетитові малорудні

Під-сві-та	Ін-декс	Літоло-гічна колонка	Потуж-ність, м	Характеристика розрізу
Верхня	PR ₁ SX ₃		640	Залізно-слюдково-магнетитові, амфібол-хлорит-магнетитові, рибекіт-магнетитові кварцити
			350	Магнетит-карбонат-амфіболові, магнетит-хлорит-амфіболові сланці; безрудні кварцити
			300	Магнетитові, силікат-магнетитові, карбонат-магнетитові кварцити
			150	Кумінгтоніт-хлоритові, біотит-хлоритові сланці з магнетитом
			300	Залізно-слюдково-магнетитові, магнетитові, карбонат-силікат-магнетитові кварцити
			120	Хлорит-біотитові, амфібол-хлоритові з графітом сланці
			700	Силікат-карбонат-магнетитові, карбонат-магнетитові, силікат-магнетитові кварцити
Середня	PR ₁ SX ₂		300	Серицит-хлоритові, серицит-біотит-хлоритові, біотит-хлоритові з графітом сланці; безрудні кварцити
			50	Магнетит-силікатні кварцити
			140	Графіт-хлорит-біотитові сланці, безрудні кварцити
Нижня	PR ₁ SX ₁		150	Магнетитові, силікат-карбонат-магнетитові кварцити
			40	Біотит-хлорит-амфіболові сланці; безрудні кварцити
			400	Магнетитові, силікат-магнетитові, карбонат-силікат-магнетитові кварцити
			300	Амфібол-хлорит-біотитові сланці, безрудні кварцити

Схема стратиграфії покладів залізних руд Кривбасу

Неокислені залізисті кварцити за вмістом заліза поділяються на 4 різновиди:

- 1) магнетитові (47,7 %);
- 2) гематит-магнетитові (29 %);

- 3) силікат-магнетитові (18,7 %);
- 4) магнетит-силікатні малорудні (4,6 %).

Серед сланців найбільш поширеними є кварц-біотит-хлоритові, кварц-серицит-біотитові, кварц-серицит-амфіболові. Разом з тим, як показують результати геологічних досліджень та практична відкрита розробка родовищ залізних руд кар'єрним способом на всіх відвалах гірничозбагачувальних комбінатів, за винятком окремого складування окислених кварцитів, має місце змішування різних розкривних гірських порід, як скельних, так і пухких.

У стратиграфічних колонках центральної зони (Центральний гірничозбагачувальний комбінат) і південно-західної зони (Південний і Новокриворізький гірничозбагачувальні комбінати) прошарки різних сланців і кварцитів залягають разом або чергуються з товщиною шарів від одного метра до десятків метрів і при екскаваторних роботах у кар'єрах їх неможливо розділити. Відповідно до цього в кар'єрах і на багатьох відвалах є виділи сумішей різних сланців, неокислених і окислених кварцитів, що розрізняються кольорами

Аналіз результатів попередніх досліджень та власні спостереження щодо рослинної придатності скельних порід, складованих у відвалах, дозволяють виділити такі групи субстратів за рівнями трофності та рослинної придатності:

I. Субстрати малопродатні, токсичні – біотит-амфіболові, амфібол-біотитові, амфіболові, кварц-серицит-біотитові сланці, до цієї групи слід віднести також хлоритові, хлорит-талькові, талькові, слюдисті, вуглисті, охристі, глинисті сланці (вони менш токсичні).

II. Сланці в сумішах з неокисленими кварцитами: безрудними, малорудними, магнетит-карбонат-силікатними, магнетит-силікатними.

III. Неокислені кварцити та сланці, окислені кварцити – дисперсно-гематитові, гетит-дисперсно-гематитові, мартит-дисперсно-гематитові, джеспеліти, мартитові, залізисто-слудно-мартитові.

IV. Неокислені та окислені кварцити.

V. Окислені та неокислені кварцити.

Гірські породи всіх груп у більшості випадків змішуються при відсіпанні відвалів, а окислені кварцити відсіпаються в окремі відвали або їх виділи. Вони можуть бути використані при спеціальних технологіях збагачення бідних руд. Однак у багатьох випадках окислені кварцити домішуються до неокислених кварцитів і сланців.

Для того щоб у формалізованому вигляді подати субстратно-часову типологію (табл. 3), ми використали принципи прямокутника та комбінаторики, маючи на увазі три основні типи субстратів (конгломератів) гірських порід, а розміри їх уламків і час відсіпання – як у попередній типологічній схемі, яку ми побудували з використанням принципу кола.

Геологічний і геохімічний зміст типологічних формул на основі вихідних відомостей про скельні гірські породи Кривбасу та їх склад дозволяє деталізувати та діагностувати літоекотопи на основі специфіки рослинних угруповань, які формуються та змінюються в них і визначаються як літофільні.

Наявність у складі рослинних угруповань різних літоекотопів певних видів рослин, різне їх трапляння та ценотична значущість можуть служити значною мірою для фітотичної, фітоценотичної та сукцесійної індикації стану субстратів і угруповань. Так, домінування буркуна білого (*Melilotus albus*) засвідчує одну з фаз бур'янової стадії відтворення степової рослинності в степовій зоні на щербенистих субстратах, пирію повзучого (*Elytrigia repens*) – указує на II стадію – кореневищну. Фітоценотична індикація стану екотопів може бути одночасно і сукцесійною, що є частковим (спеціальним) виразом такої індикації. Проте слід зауважити, що у літоекотопах із субстратами з різних сланців, неокислених і окислених кварцитів при тривалих сукцесіях на I стадії достатньо поширена *Melica transsilvanica* – нещільнокущовий вид родини злакових. Щодо фітотичної індикації субстратів окремими видами слід відзначити її достатньо давню історію від античних і середньовічних авторів до сучасності. Як індикатори різних, у тому числі важких, металів та здатності зростати на високомінералізованих субстратах є види з родів *Minuartia*, *Viola*, *Thlaspi*, *Amorpha*,

Asplenium, Tussilago, Polygonum, Taraxacum, Plantago, Armeria, Silene, Linaria, Malacium, Astragalus, Gypsophilla, Poa, які трапляються в літоекотопах відвалів гірничо-збагачувальних комбінатів Кривбасу. Відмічено, що 214 видів рослин виявили себе як індикатори різних руд, але тільки 60 видів слід вважати безсумнівними індикаторами, а близько 75 видів – як можливі індикатори, тому що, незважаючи на їх металофітність в індикаційному відношенні, вони вивчені недостатньо.

Фітоценотичну індикацію літоекотопів слід будувати аналогічно фітотичній, але під кутом зору докорінних просторово-часових змін рослинних угруповань. На скельних відвалах така індикація набуває характеру сукцесійної. Це стосується вищезгаданих паролисто-катранових угруповань на великоуламкових кварцито-сланцевих схилах, де є постійний рух уламків і які є, за виразом Л. Г. Раменського, хронічно-піонерними, або кохійно-злинковими, фазами природного заростання дрібно- та середньоуламкових субстратів гірських порід, або буркунової фази, яка характерна, за В. Р. Вільямсом, для скельних субстратів відновлення степової рослинності.

Таблиця 3

Типологічна схема літоекотопів на субстратно-часовій основі

Час, t	Субстрат			Розмір уламків, H
	C ₁	C ₂	C ₃	
t ₁	C ₁ h ₁ t ₁	C ₂ h ₁ t ₁	C ₃ h ₁ t ₁	h ₁
t ₂	C ₁ h ₁ t ₂	C ₂ h ₁ t ₂	C ₃ h ₁ t ₂	
t ₃	C ₁ h ₁ t ₃	C ₂ h ₁ t ₃	C ₃ h ₁ t ₃	
t ₄	C ₁ h ₁ t ₄	C ₂ h ₁ t ₄	C ₃ h ₁ t ₄	
t ₅	C ₁ h ₁ t ₅	C ₂ h ₁ t ₅	C ₃ h ₁ t ₅	
t ₁	C ₁ h ₂ t ₁	C ₂ h ₂ t ₁	C ₃ h ₂ t ₁	h ₂
t ₂	C ₁ h ₂ t ₂	C ₂ h ₂ t ₂	C ₃ h ₂ t ₂	
t ₃	C ₁ h ₂ t ₃	C ₂ h ₂ t ₃	C ₃ h ₂ t ₃	
t ₄	C ₁ h ₂ t ₄	C ₂ h ₂ t ₄	C ₃ h ₂ t ₄	
t ₅	C ₁ h ₂ t ₅	C ₂ h ₂ t ₅	C ₃ h ₂ t ₅	
t ₁	C ₁ h ₃ t ₁	C ₂ h ₃ t ₁	C ₃ h ₃ t ₁	h ₃
t ₂	C ₁ h ₃ t ₂	C ₂ h ₃ t ₂	C ₃ h ₃ t ₂	
t ₃	C ₁ h ₃ t ₃	C ₂ h ₃ t ₃	C ₃ h ₃ t ₃	
t ₄	C ₁ h ₃ t ₄	C ₂ h ₃ t ₄	C ₃ h ₃ t ₄	
t ₅	C ₁ h ₃ t ₅	C ₂ h ₃ t ₅	C ₃ h ₃ t ₅	
t ₁	C ₁ h ₄ t ₁	C ₂ h ₄ t ₁	C ₃ h ₄ t ₁	h ₄
t ₂	C ₁ h ₄ t ₂	C ₂ h ₄ t ₂	C ₃ h ₄ t ₂	
t ₃	C ₁ h ₄ t ₃	C ₂ h ₄ t ₃	C ₃ h ₄ t ₃	
t ₄	C ₁ h ₄ t ₄	C ₂ h ₄ t ₄	C ₃ h ₄ t ₄	
t ₅	C ₁ h ₄ t ₅	C ₂ h ₄ t ₅	C ₃ h ₄ t ₅	
t ₁	C ₁ h ₅ t ₁	C ₂ h ₅ t ₁	C ₃ h ₅ t ₁	h ₅
t ₂	C ₁ h ₅ t ₂	C ₂ h ₅ t ₂	C ₃ h ₅ t ₂	
t ₃	C ₁ h ₅ t ₃	C ₂ h ₅ t ₃	C ₃ h ₅ t ₃	
t ₄	C ₁ h ₅ t ₄	C ₂ h ₅ t ₄	C ₃ h ₅ t ₄	
t ₅	C ₁ h ₅ t ₅	C ₂ h ₅ t ₅	C ₃ h ₅ t ₅	

Примітка. T – час (період) формування літоекотопів: t₁ – 1–5 років; t₂ – 5–10 років; t₃ – 10–25 років; t₄ – 25–40 років; t₅ – понад 40 років. H – розмір уламків: h₁ – 1–2 см; h₂ – 2–5 см; h₃ – 5–10 см; h₄ – 10–20 см; h₅ – 20–30 см; h₆ – 30–50 см; h₇ – по-різному комбіновані. C – типи субстратів: C₁ – сланці + неокислені кварцити; C₂ – неокислені кварцити + сланці; C₃ – неокислені кварцити + окислені кварцити + сланці.

Н. Г. Несветайлова особливо деталізовано описує в межах покладів мідної руди в гірському Алтаї індикаційну роль для міді (Cu) *Gypsophilla patrinii* var. *thesiifolsa*, визначаючи її міднофільну екоморфу як «*cupricola*», а також звертає увагу на наявність купрофітної форми *Silene inflata* Smith. Вона наводить достатньо давні відомості з фітотичної та фітоценотичної індикації корисних копалин, і зокрема металів, що покладені в основу сучасних уявлень про металофітну, металофобну та толерантну

природу флори на основі її індикаційних властивостей. Н. Г. Несветайлова звертає увагу на те, що індикаторні рослини в основному належать до 34 родин, серед яких найбільшої уваги заслуговує родина *Caryophyllaceae*.

С. В. Вікторов, А. Г. Чикашев достатньо скептично оцінюють ефект використання видів-індикаторів, описаний Н. Г. Несветайловою, тому що тільки форма *Gypsophilla patrinii* var. *thesiifolia*, а не весь вид *Gypsophilla* може бути індикатором *Cu* у ґрунтах. Разом з тим вони погоджуються з Н. Г. Несветайловою щодо активної реакції на сполуки металів видів родини *Caryophyllaceae*.

Дослідження рослинних угруповань показали, що літоекотопи є специфічними віділами скельних відвалів або частин відвалів, складених різними гірськими породами, де істотно значущими є самі субстрати, величина уламків та час відсіпання відвалу або формування літоекотопу. Чітко виражені такі залежності дозволяють цілком обґрунтовано оперувати поняттями фітотичної (щодо рослинних видів) та фітоценотичної (щодо угруповань) індикації літоекотопів.

Неспецифічно, залежно від типу гірської породи, з'являються, розвиваються на дрібноуламкових і щербенистих субстратах у періоди 1–5 років *Erigeron canadensis*, *Polygonum aviculare*, *Kochia scoparia*, *Gypsophilla perfoliata*, *Silene latifolia*, *Linaria genistifolia*, *Centaurea diffusa*, в період 5–10 років – *Melilotus albus*, *Crepis tectorum*, *Achillea submillefolium*, *Artemisia absinthium*, *Artemisia austriaca*, *Melica transsilvanica*, *Poa angustifolia*, *Poa compressa*, *Phragmites australis*. Ці та інші види слід вважати еврипетрофітними.

На великоуламкових субстратах зі значними домішками кварц-хлорит-біотитових, амфіболових, аспідних сланців до неокислених кварцитів тривалий час (30–40 і більше років) екологічні позиції утримують *Zygophyllum fabago*, *Crambe tatarica*, *Gypsophilla perfoliata*. На субстратах з неокисленими кварцитами та сланцями (кварц-хлоритові, біотитові та інші) моновидові угруповання може формувати *Melica transsilvanica* з незначними домішками *Artemisia absinthium*, *Erigeron canadensis*. Коли в таких субстратах є певна кількість окислених кварцитів, то в багатьох випадках мають поширення такі види, як *Dianthus deltoides*, *Senecio jacobaea*, *Poa angustifolia*, *Poa compressa*, *Grindelia squarrosa*. На дрібноуламкових і щербенистих субстратах, збагачених окисленими кварцитами, видовий склад з роками розширюється. З'являються рослини *Scabiosa ucrainica*, *Silaum alpestre*, *Limonium membranaceum*, *Thymus dimorphus*, *Inula ensifolia*, *Helichrysum arenarium*, *Hieracium echinoides*, *Herniaria besseri*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Coronilla varia*, *Tanacetum millefolium*, *Tribulus terrestris*, *Scorzonera laciniata*, *Eryngium campestre*, *Allium rupestre*, *Centaurea orientalis*, *Cichorium intybus*, *Echium vulgare*. В тих літоекотопах, де переважають окислені кварцити, трапляються *Minuartia eglanulosa*, *Dodartia orientalis*, *Petrorhagia saxifraga*, *Limonium membranaceum*, *Consolida orientalis*.

У літофільних рослинних угрупованнях дифузно розсіяні розрізнені петрофітні види та ті, що знаходяться у тих чи інших сукупностях (групах). Наприклад, ініціальні ділянки *Melica transsilvanica* є початком захоплення ним позицій на велико-сланцево-кварцитових субстратах і при цьому просторова орієнтація ділянок *Melica transsilvanica* залежить від напрямку пануючих вітрів. Зміщення – зі сходу на захід або вздовж схилу від дощу, те ж саме спостерігається у *Phragmites australis*, *Calamagrostis epigeios*.

В умовах субстратів літоекотопів відвалів гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу при наявності в складі кварцитів і сланців таких хімічних елементів як *Ga*, *Ge*, *Co*, *Ni*, *Cr*, *V*, *Ti*, *Mn*, *Cu*, *Si*, *Fe*, *Mo*, *Zn*, *Pb*, *Sn*, *P*, *Zr*, *Ba*, цілком можливо говорити про індикацію *Si* і *Fe* на основі наявності в травостої *Melica*, *Poa*, *Minuartia*, *Cu* – качиму. Як індикатори *Cu* може бути також *Amorpha conescens*, *Zn* – *Viola sagitta*, *Festuca ovina*, *Se* – *Astragalus peetinatus*, *Ni* – *Anemone patens*, *Festuca ovina*, *Co* – деякі види *Astragalus*, *Cr* – *Potentilla cinerea* auct. p. p., *Alyssum argenteum*, тощо. Перелічимо родини, види яких накопичують *S* – зонтичні, капустяні, бобові, *Si* – злаки, осоки, хвощі, *Se* – астрагали, *Li* – жовтецеві, *Zn* – фіалки, подорожники, талабан польовий.

Крім того, сукцесійна фітоценотична індикація субстратів може характеризувати часові зміни або фази та стадії розвитку рослинних угруповань щодо утримання еко-

логічних позицій на певних субстратах, а точніше, у певних літоекотопах. На великоуламкових сланцевих субстратах з більшою домішкою неокислених кварцитів формуються не бур'янові піонерні угруповання, а перлівково-різнотравні при домінуванні *Melica transsilvanica* з наявністю *Artemisia absinthium*, *Artemisia austriaca*, *Silene ucrainica*.

На дрібноуламкових, змішаних, сланцево-кварцитових субстратах в піонерних угрупованнях переважають *Erigeron canadensis*, *Polygonum aviculare*, *Kochia scoparia*, на більш великоуламкових субстратах – *Melilotus albus*, *Gypsophilla perfoliata*, *Crambe tataria*, *Centaurea diffusa*, *Silene ucrainica*, з часом (t_2 – 10–25 років) з'являються *Melica transsilvanica*, *Linaria genistifolia*. На субстратах з переважанням неокислених і окислених (у меншій мірі) субстратах – *Melilotus albus*, *Centaurea diffusa*, *Senecio jacobaea*, *Melica transsilvanica*. Отже, тип гірської породи та величина її уламків можуть діагностуватися окремими видами на фоні часу формування. Характерною рисою в фітологічній індикаційній таблиці є діагональний «перехід» вниз у межах одного і того самого субстрату від дрібноуламкового типу до великоуламкового, більш старого формування літоекотопу. Наприклад, у межах часу відсіпки 5–10 років на субстратах окислених та неокислених кварцитів види *Kochia scoparia* і *Erigeron canadensis* поширюються спочатку на дрібноуламковій частині $h_1 < 10$ см, а потім на фоні 10–25 років – на великоуламкових $h_{3-4} < 20$ см.

У багатьох випадках розвиток рослинності скельних екотопів має «плащевидний» характер (термін А. О. Ніценко) з різнотипним розміщенням рослин і нисхідною, «сповзаючою» ценохорією, тобто просторовим рухом рослинного угруповання. Різні фрагментарність і мозаїчність літофільних рослинних угруповань обумовлюються неоднорідністю субстратів за величиною уламків, але на фоні однорідних дрібно- або середньощебенистих достатньо ущільнених субстратів здебільшого формуються монотонні літофільні рослинні угруповання з різними співвідношеннями *Erigeron canadensis*, *Kochia scoparia*, *Polygonum aviculare* на піонерній фазі з подальшою зміною їх *Melilotus albus*, *Silene ucrainica*, *Centaurea diffusa*, *Linaria genistifolia*, *Artemisia absinthium*, *Achillea nobilis*, *Achillea submillefolium*, *Crepis tectorum*, *Grindelia squarrosa*, *Melica transsilvanica*, *Poa angustifolia*, *Poa compressa*, *Thymus dimorphus*.

Елементи, або складові, мозаїки літофільного рослинного угруповання – плями, як осередки рослин, відповідно залежать від краплень субстрату на суцільному покриві тіла відвалу та розвиваються з певною непослідовністю та невідповідністю явищ і процесів до загальних, фонових процесів цього угруповання.

Рельєфна та субстратна (за гірською породою та розмірами уламків) диференційованість платоподібних вершин і площин схилів скельних відвалів визначають розріджений різноплямистий траво-чагарниково-деревний тип природного заростання мозаїчного, фрагментарного характеру. При цьому має місце нерівномірно-розсіяно-сітчасте чергування оголених і зайнятих площ.

Основними типами заселення (заростання) рослинами скельних екотопів відвалів гірничозбагачувальних комбінатів є фронтальне дифузно-розсіяне, рівномірне та нерівномірне, суцільно килимове, дрібноплямисте, великоплямисте, острівне, смугоплямисте, струминно-суцільне, струминно-розривне, суцільне та розірване віяло- і деревоподібне, лінійно-пунктирне, лінійно-суцільне, візерункувате при різному суміщенні ліній, струмин і плям. Ценохорія, як просторове поширення угруповань, відмічена нами в таких виявах: лінійно- або розсіяно-дифузна, віяло- та деревоподібна, гребінчасто або зірчасто нисхідна, дугоподібно висхідна та нисхідна, поперечно (щодо схилу) нисхідна та висхідна. При цьому основним типом є нисхідна ценохорія.

Екотопи літофільних рослинних угруповань є дискретними утвореннями різної конфігурації та орієнтації з виявами різноелементності, монотонності, мозаїчності, смугоподібності, шаруватості.

Розподіл організмів рослинних ценопопуляцій у літофільних угрупованнях відповідає екологічним особливостям видів. Розсіяно-дифузний рівномірний і нерівномірний характер властивий *Artemisia absinthium*, *Achillea submillefolium*, *Melilotus albus*, *Zygophyllum fabago*, *Crambe tataria*, *Centaurea diffusa*, *Senecio jacobaea*, велико- та дрібнокуртинне розміщення є характерним для *Melica transsilvanica*, *Poa angusti-*

folia, *Poa compressa*, *Artemisia austriaca*, *Calamagrostis epigeios*, суцільне килимове – для *Erigeron canadensis*, *Kochia scoparia*, *Polygonum aviculare*, плямисте та струминне – для *Phragmites australis*, розірвано- або суцільно-лінійне, віяло- та деревоподібне – для *Melica transsilvanica*.

Геологічна приуроченість певних рослинних угруповань і певних таксонів відмічена багатьома дослідниками. Це дає певні підстави для проведення паралелей щодо літоекотопів відвалів гірничозбагачувальних комбінатів під кутом прогновної субстратної та сукцесійної фітотичної та фітоценотичної індикації. Б. В. Виноградов наводить приклади рослинних угруповань на діоритах (магматичних глибинних породах, які складаються з плагіоклазу і темних силікатів – амфіболів, піроксена тощо) і серпентинах (магнієвих силікатах та інших породах, які певним чином близькі до гірських порід скельних відвалів Кривбасу. У серійних угрупованнях зустрічаються види *Artemisia*, *Festuca*, *Potentilla*, *Stipa*, *Helichrysum*, у клімаксових – *Stipa*, *Helichrysum*, *Gypsophilla*, *Centaurea*, у петрофільному різотрав'ї, за Б. В. Виноградовим, – *Zygophyllum macropterum*, *Gypsophilla patrinii*, у серійних угрупованнях – *Artemisia sublessingiana*, *Festuca sulcata*, а в заключних – *Stipa sareptana* і *Artemisia sublessingiana*.

Сукцесійні ряди на різних породах мають різний флористичний і екоморфичний склад. Це було підтверджено нами.

Б. В. Виноградов наводить також в числі видів метаморфічної флори та флори скельних екотопів види з родів *Asplenium*, *Viola*, *Astragalus*, *Silene*, *Poa*, *Aurinia*, *Erysimum*, *Koeleria*, *Centaurea*, *Scorzonera*, *Petrorhagia* тощо. Види цих родів також є в складі літофільних угруповань відвалів Кривбасу. Звернемо увагу, що у флорі України є тільки один вид з роду *Zygophyllum* (*Z. fabago*), який не відмічений як петрофіт.

Неоднакову природну трофність та рослинну придатність скельних гірських порід на фоні різотравного вивітрювання можна пояснити на основі їх загальних механічних, фізико-хімічних особливостей мікроелементного складу.

У літофільних сукцесійних системах, які формуються в кар'єрно-відвальних урочищах як зона виробничих циклів відкритого видобутку залізної руди та природного заростання, фітотична та ценотична індикація окремих гірських порід ускладнена конгломеративною природою субстратів літоекотопів, які складаються на фоні об'єктивної шаруватості (стратифікації) залягання гірських скельних розкривних порід. Пошукові дослідження в цьому напрямку мають глибокий зміст і практичну цінність екологічного прогнозування.

* * *

У цілому типологія літоекотопів на субстратно-часовій основі дає можливість широкого використання в дослідженнях з конкретизацією як окремих видів рослин, так і їх угруповань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Александрова В. Д.** Изучение смен растительного покрова // Полевая геоботаника. – М.: Ленинград: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 300-447.
- Бельгард А. Л.** Лесная растительность юго-востока УССР. – К.: КГУ, 1950. – 263 с.
- Білик Г. І.** Різотравно-типчакково-ковилові степи // Рослинність УРСР. Степи, кам'янисті відслонення, піски. – К.: Наук. думка, 1973. – С. 94-170.
- Викторов С. В., Востокова Е. А.** Основы индикационной геоботаники. – М.: Госгеолтехиздат, 1961. – 87 с.
- Викторов С. В., Востокова Е. А., Вышивкин Д. Д.** Введение в индикационную геоботанику. – М.: МГУ, 1962. – 227 с.
- Викторов С. В., Ремезова Г. Л.** Индикационная геоботаника. – М.: МГУ, 1988. – 168 с.
- Дідух Я. П.** Методологічні підходи до проблем фітоіндикації екологічних факторів // Укр. ботан. журн. – 1990. – Т. 47, № 6. – С. 5-12.
- Хлизіна Н. В.** Типологія літоекотопів відвалів гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу та літофільні сукцесії // Ґрунтознавство. – 2004. – Т. 5, № 1–2. – С. 40-43.

Надійшла до редколегії 21.03.05