



УДК 550.4:622.331:504.05

DOI <https://doi.org/10.32782/geotech2026.40.08>**Покшевніцький А.С.**

Покшевніцький А.С., аспірант, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», ORCID 0009-0003-3804-3495, nttn@i.ua

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОРФОВИХ ПОКЛАДІВ ЯК ІНДИКАТОРИ ІНТЕНСИВНОСТІ ГЕОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПРОМИСЛОВОМУ ВИДОБУТКУ

Торфові поклади є природними геохімічними акумуляторами важких металів і природних радіонуклідів, стабільність яких принципово залежить від збереження відновлювальних умов водонасичення. Промисловий видобуток торфу, невід'ємним першим етапом якого є осушення покладу, запускає каскад взаємопов'язаних геохімічних трансформацій, інтенсивність яких визначається насамперед фізико-хімічними властивостями самого торфу. У статті обґрунтовано концепцію геохімічних предикторів – системи стандартних показників торфового покладу (зольність, ступінь розкладу, тип органічної речовини, вологість, глибина залягання водоносного горизонту), що дають змогу до початку видобутку кількісно оцінити очікувану інтенсивність чотирьох ключових геохімічних процесів-тисків: мобілізації важких металів унаслідок зміни окисно-відновного потенціалу і рН; окислення піриту з формуванням кислого дренажу; аеробної мінералізації органічної речовини з вивільненням розчиненого органічного вуглецю (РОВ), амонійного азоту та слідових металів; механічної деструкції торфу в процесі фрезерування з генерацією металовмісного пилу. На основі аналізу літератури встановлено закономірні зв'язки між кожним предиктором і відповідним процесом-тиском, визначено порогові значення підвищеного ризику для кожного показника з обґрунтуванням їх джерел у науковій літературі. Результати узагальнено у вигляді аналітичної матриці предикторів, придатної для безпосереднього застосування під час підготовки звітів з оцінки впливу на довкілля. Показано, що інтенсивність геохімічних процесів-тисків є диференційованою за типом покладу: слабзорозкладені поклади з низькою зольністю становлять більшу загрозу для якості поверхневих вод через емісію розчиненого органічного вуглецю, тоді як добре розкладені поклади з підвищеною зольністю небезпечніші для підземних вод і ґрунтів через мобілізацію важких металів і ресуспензію. Запропонована система предикторів створює інструмент для подолання системної прогалини між геологорозвідувальними даними й геохімічною оцінкою ризиків у чинній практиці оцінки впливу на довкілля та відповідає новій нормативній рамці, окресленій у проекті постанови Кабінету Міністрів України «Про особливості правового режиму використання земель під торфовищами та можливі види їх цільового призначення».

Ключові слова: геохімія торфовищ, геохімічні предиктори, зольність торфу, ступінь розкладу, мобілізація важких металів, розчинений органічний вуглець, оцінка впливу на довкілля, промисловий видобуток торфу.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями. Торфовища – це своєрідний геохімічний феномен природи: завдяки відновлювальним умовам постійного водонасичення й унікальній комплексоутворювальній здатності гумінових і фульвокислот, частка яких у торфовому матриксі сягає 60–70 % органічної маси, вони десятиліттями утримують важкі метали та природні радіонукліди в іммобілізованому стані (Вергелська та ін., 2026). Однак та сама властивість, що робить торфовище надійним природним геохімічним бар'єром, обертається потенційною загрозою, щойно порушується редокс-рівновага: система, що роками акумулювала забруднювачі, здатна стати потужним

джерелом їх вивільнення у суміжні екосистеми (Jasik et al., 2026).

Промисловий видобуток торфу є одним із найбільш геохімічно деструктивних видів антропогенного порушення болотних систем. Україна налічує близько 1 562 розвіданих торфових родовищ із загальними запасами понад 1 853 млн тонн (Вергелська та ін., 2026). Проект постанови КМУ «Про особливості правового режиму використання земель під торфовищами та можливі види їх цільового призначення», оприлюднений Мінекономіки 05.01.2026, передбачає звуження переліку допустимих видів цільового призначення торф'яних земель, закріпивши відновлення як пріоритетний напрям. Це надає геохімічній оцінці ризиків у процесі торфодобутку нового нормативного виміру: наукове обґрунтування потрібне тепер не лише для введення оцінки впливу на довкілля (ОВД), а й для



Це стаття відкритого доступу
за ліцензією CC BY-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

обґрунтування правомірності освоєння конкретного покладу.

Попри значний масив публікацій щодо окремих геохімічних ефектів торфорозробок (Boiaryn et al., 2025; Pschenyckyj et al., 2023), між геологорозвідувальними даними й геохімічною оцінкою ризиків у чинній практиці ОВД залишається системна прогалина (Лук'янова та ін., 2023): стандартні якісні показники торфу – зольність, ступінь розкладу, вологість, потужність – використовуються суто для технологічного проектування й жодним чином не інтерпретуються як геохімічна інформація. А втім, саме ці показники надають відповідь на питання, наскільки небезпечним буде вплив конкретного родовища після осушення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених частин загальної проблеми. Сучасні дослідження свідчать, що геохімічна поведінка важких металів у торфових покладах визначається насамперед редокс-потенціалом і рН: зниження Eh під час аерації призводить до масової десорбції Cd, Pb, Cu і Zn з органо-мінеральних комплексів і переходу їх у біодоступні форми, причому інтенсивність цього процесу зростає пропорційно ступеню розкладу та зольності покладу (Li et al., 2025; Apori et al., 2024). Важливу роль у стабілізації металів відіграють гумінові та фульвокислоти – основні хелатуючі агенти торфового матриксу, здатність яких утримувати метали різко знижується внаслідок деградації органічної речовини (Song et al., 2023). Осушення торфовищ одночасно посилює мобілізацію металів і суттєво збільшує експорт розчиненого органічного вуглецю до поверхневих водних об'єктів, погіршуючи якість води у нижніх водозборах (Rosset et al., 2022; Williamson et al., 2023; Frei et al., 2024). Ці закономірності підтверджені як у загальноєвропейському масштабі – зокрема, на матеріалах 233 польських торфовищ, де ступінь гуміфікації безпосередньо корелював із концентраціями розчинених важких металів у поверхневих водах (Jasik et al., 2026; Pschenyckyj et al., 2023), так і для умов українського Полісся (Boiaryn et al., 2025). Щодо постдобувного відновлення, то повернення торфовищу функцій геохімічного бар'єра й поглинача вуглецю потребує цілеспрямованого підвищення рівня ґрунтових вод і відновлення відновлювального середовища, а ефективність цих заходів суттєво залежить від початкового геохімічного стану покладу (Huth et al., 2022; Kibilds et al., 2024).

Для системної оцінки геохімічних ефектів видобутку торфу розроблено концептуальну модель SPPRC (Джерело – Тиск – Шлях – Реципієнт – Наслідок), що розширює класичну модель SPR

шляхом явного виокремлення геохімічних процесів-тисків як самостійного ієрархічного рівня й інтегрує вимоги NORM-моніторингу відповідно до законодавства України (Вергельська та ін., 2026). Методику якісного оцінювання критеріїв впливу планованої діяльності гірничих підприємств на довкілля з п'ятиступеневою шкалою небезпеки розроблено в роботі (Лук'янова та ін., 2023). Проте жоден із зазначених підходів не пропонує інструменту, який систематично пов'язував би стандартні геологорозвідувальні показники торфових покладів із передбачуваною інтенсивністю геохімічних процесів-тисків під час видобутку. Заповненню цієї прогалини присвячено цю статтю.

Мета статті. Метою статті є розроблення підходу до інтерпретації кількісних оцінок фізико-хімічних властивостей торфових покладів як геохімічних предикторів інтенсивності техногенного впливу в процесі промислового видобутку та формалізація процедури їх використання в практиці оцінки впливу на довкілля.

Виклад основного матеріалу дослідження. Геохімічний предиктор у контексті цієї роботи – це фізико-хімічна характеристика торфового покладу, значення якої може бути використане для оцінювання потенційної інтенсивності окремих геохімічних процесів під час осушення та промислового освоєння родовища. До таких характеристик належать зольність, ступінь розкладу, вологість, наявність сульфідної мінеральної фракції та інші показники, що визначають особливості геохімічної трансформації торфу.

Вихідна теоретична позиція полягає в тому, що осушення як тригерний вплив є однакоим для всіх родовищ, але його геохімічні наслідки кардинально різняться залежно від того, який поклад осушується. Торфовище зі ступенем розкладу 15 % і зольністю 5 % та торфовище зі ступенем розкладу 45 % і зольністю 25 % відреагують на однакове осушення принципово по-різному (Jasik et al., 2026; Williamson et al., 2023). Саме ця різниця і є предметом системи предикторів.

На основі аналізу літературних даних (Apori et al., 2024; Li et al., 2025; Williamson et al., 2023; Rosset et al., 2022; Frei et al., 2024; Song et al., 2023; Вергельська та ін., 2026) встановлено закономірні зв'язки між фізико-хімічними властивостями торфу і чотирма геохімічними процесами-тисками (табл. 1).

Наведена матриця відображає ієрархію предикторів: для кожного процесу визначено первинний предиктор, що контролює початок процесу, і підсилювальні предиктори, що визначають його масштаб. Така структура дає змогу розставляти пріоритети під час аналізу геологорозвідувальних даних

Таблиця 1. Фізико-хімічні властивості торфових покладів як предиктори геохімічних процесів-тисків у промисловому видобутку
Table 1. Physico-chemical properties of peat deposits as predictors of geochemical pressure processes in industrial extraction

Геохімічний процес-тиск	Первинний предиктор	Підсилювальні предиктори	Механізм зв'язку	Порогові значення підвищеного ризику
Мобілізація важких металів (Cd, Pb, Cu, Zn)	Зольність (Ad, %)	Ступінь розкладу (R, %); глибина залягання ГРВ (h, м)	Вища Ad → більша мінеральна фракція → більший пул сорбованих металів; зростання R → деградація органічних лігандів → десорбція металів	Ad > 15 %; R > 35 %; h < 1,5 м
Окислення піриту / кислий дренаж	Наявність сульфідної мінеральної фракції	Вихідний pH покладу; Ad (%)	Сульфідна фракція + O ₂ → H ₂ SO ₄ + Fe ²⁺ ; низький pH → каталізує реакцію і посилює мобілізацію металів	Пірит у геологічному розрізі; вихідний pH < 5,5
Аеробна мінералізація / емісія POB	Ступінь розкладу (R, %)	Вологість (W, %); вміст гумінових кислот; потужність покладу (m, м)	Низький R → великий пул лабільної органічної речовини; W > 85% → більша маса органіки на одиницю об'єму; гумінові та фульвокислоти → основні хелатори POB і металів	R < 30 %; W > 85 %; вміст гумінових кислот > 50 %
Пилова емісія / атмосферна міграція металів	Вологість (W, %) у сезон видобутку	Зольність (Ad, %); потужність покладу (m, м); відстань до природоохоронних об'єктів	Нижча W → менша злипність частинок → вища здатність до аерозолування; вища Ad → більша концентрація металів у пилу	W < 75 % у сезон фрезерування; Ad > 15 %

конкретного родовища. Порогові значення встановлено на основі узагальнення кількісних даних наукової літератури: поріг зольності Ad > 15 % відповідає рівню, за якого мінеральна фракція стає домінуючим носієм металів (Apori et al., 2024; Jasik et al., 2026); поріг ступеня розкладу R > 35 % відображає перехід від фіброво-хемічного до сапрового типу, за якого органічні ліганди суттєво деградують (Li et al., 2025); поріг глибини залягання горизонту h < 1,5 м встановлено за критерієм прямого гідралічного зв'язку між окисленим горизонтом торфу і водоносним горизонтом (Вергельська та ін., 2026); поріг pH < 5,5 відповідає умовам, за яких окислення піриту переходить у режим позитивного зворотного зв'язку (Williamson et al., 2023); поріг вологості W < 75 % відповідає критичному рівню злипності торфових частинок під час фрезерування (Kibilds et al., 2024). Для практичного використання запропонованої системи предикторів рекомендується така послідовність оцінювання: (1) визначення значень Ad, R, W, pH та глибини залягання водоносного горизонту за матеріалами геологорозвідувальних робіт; (2) порівняння отриманих значень із пороговими рівнями таблиці 1 та фіксація перевищень; (3) встановлення рівня інтенсивності кожного геохімічного процесу-тиску – низький (жодне порогове значення не перевищено), помірний

(перевищено первинний предиктор), високий (перевищено первинний і підсилювальні предиктори); (4) ідентифікація пріоритетних шляхів міграції забруднювачів відповідно до таблиці 1; (5) формування геохімічного профілю ризику родовища для включення до відповідних розділів звіту з ОВД та розроблення адресних заходів моніторингу.

Для демонстрації практичної роботи системи предикторів виділено три умовні типи торфових покладів, що охоплюють основні поєднання ключових параметрів, характерних для родовищ низинного типу (Jasik et al., 2026; Apori et al., 2024) (табл. 2). Інтервали параметрів для кожного типу встановлено шляхом узагальнення характеристик низинних торфових покладів, наведених у роботах Jasik et al. (2026), Apori et al. (2024) та UNEP (2022).

Таблиця 2 наочно демонструє, що «небезпечний торф» – поняття диференційоване за типом процесу: слабзорозкладений поклад є значно більшою загрозою для якості поверхневих вод через емісію POB (Williamson et al., 2023; Frei et al., 2024), тоді як добре розкладений із підвищеною зольністю – для ґрунтів і підземних вод через мобілізацію металів і ресуспензію (Jasik et al., 2026; Li et al., 2025). Це означає, що однакові заходи моніторингу й рекультивації для різних типів

Таблиця 2. Типові поєднання фізико-хімічних властивостей торфових покладів і відповідні геохімічні профілі ризику
Table 2. Typical combinations of physico-chemical peat properties and corresponding geochemical risk profiles

Параметр	Тип А: слаборозкладений	Тип Б: середньорозкладений	Тип В: добре розкладений
Ступінь розкладу R, %	15–25	25–40	40–60
Зольність Ad, %	5–15	15–25	25–40
Вологість W, %	88–92	82–87	75–81
Ризик мобілізації металів	Помірний	Високий	Дуже високий
Ризик емісії РОВ	Дуже високий	Високий	Помірний
Ризик пилової емісії	Низький	Помірний	Високий
Пріоритетний шлях міграції	Поверхневий стік	Підземні води + стік	Підземні води + атмосфера

покладів матимуть принципово різну ефективність (Huth et al., 2022; Kibilds et al., 2024).

Запропонована система геохімічних предикторів створює інструмент для подолання прогалини, ідентифікованої у методологічному аналізі чинної практики ОВД для гірничодобувних підприємств (Лук'янова та ін., 2023): якісна оцінка впливу набуває геохімічного змісту, прив'язаного до конкретних параметрів родовища. Матриця предикторів (табл. 1) може використовуватись як аналітичний інструмент під час заповнення відповідних розділів звіту з ОВД, зокрема розділів щодо впливу на водне середовище, ґрунти і суміжні природоохоронні об'єкти. Каскадний фреймворк SPPRC, розроблений у роботі (Вергельська та ін., 2026), визначає, до яких реципієнтів і через які шляхи міграції прямує кожен процес; система предикторів, запропонована в цій роботі, визначає, з якою інтенсивністю він відбуватиметься на конкретному родовищі. Разом ці два інструменти забезпечують повний аналітичний ланцюжок від властивостей покладу до прогнозованого впливу на реципієнтів.

У нормативному контексті система предикторів набуває особливого значення у зв'язку з проектом постанови КМУ «Про особливості правового режиму використання земель під торфовищами та можливі види їх цільового призначення» (оприлюднений 05.01.2026), який передбачає обмеження переліку допустимих видів цільового призначення торф'яних земель переважно природними і відновлювальними категоріями, підвищуючи тим самим планку наукового обґрунтування рішень щодо торфових родовищ. Геохімічна характеристика покладу з використанням системи предикторів стає в цьому контексті не лише науковою рекомендацією, а й необхідним елементом обґрунтування доцільності та безпечності освоєння конкретної ділянки.

Висновки та перспективи подальших досліджень. 1. Обґрунтовано концепцію геохімічних предикторів – системи стандартних фізико-хімічних показників торфових покладів, що несуть кількісно інтерпретовану інформацію про очікувану інтенсивність геохімічних процесів-тисків під час промислового видобутку. Концепція створює методичні передумови для подолання системної прогалини між геологорозвідувальними даними й геохімічною оцінкою ризиків у чинній практиці ОВД.

2. Встановлено закономірні зв'язки між чотирма ключовими предикторами (зольність, ступінь розкладу, вологість, наявність сульфідної фракції) і чотирма геохімічними процесами-тисками (мобілізація важких металів, кислий дренаж, аеробна мінералізація / емісія РОВ, ресуспензія металів). Зольність є первинним предиктором мобілізації металів і пилової емісії; ступінь розкладу – первинним предиктором інтенсивності емісії РОВ.

3. Розроблено аналітичну матрицю предикторів із визначенням порогових значень підвищеного ризику, придатну для безпосереднього використання під час підготовки звіту з ОВД. Показано, що геохімічний ризик є диференційованим за типом процесу: слаборозкладені поклади становлять більшу загрозу для якості поверхневих вод, тоді як добре розкладені з підвищеною зольністю – для підземних вод і ґрунтів.

4. Запропонована система предикторів відповідає новій нормативній рамці, окресленій у проекті постанови КМУ «Про особливості правового режиму використання земель під торфовищами та можливі види їх цільового призначення» (оприлюднено 05.01.2026), і може слугувати науковою основою для геохімічного обґрунтування рішень щодо цільового призначення торф'яних земель у поєднанні з каскадним фреймворком SPPRC.

5. Перспективами подальших досліджень є: верифікація запропонованих порогових значень предикторів шляхом польових вимірювань на торфових родовищах Київської області; розроблення кількісних регресійних моделей для прогнозування концентрацій важких металів у дренажних водах на основі параметрів предикторів; розроблення інтегрального індексу геохімічного ризику на основі зваженого поєднання предикторів як логічний наступний крок після польової верифікації; інтеграція системи предикторів у процедуру скринінгу ОВД для об'єктів торфовидобутку.

Література

1. Вергельська Н.В., Власенко О.В., Покшевніцький А.С. Модель каскадних геохімічних ефектів промислового видобутку торфу на суміжні природоохоронні об'єкти. *Екологічні науки*. 2026. № 2 (65). С. 231–238. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.2-65.32>.
2. Jasik M., Małek S., Jasik D. et al. How the physical and chemical properties affect the heavy metal content in surface water in different types of peatlands. *Land Degradation & Development*. 2026. P. 1–12. <https://doi.org/10.1002/ldr.70633>.
3. Boiaryn M., Nekos A., Radzii V. et al. Impact of peat extraction from the peatlands of upper Pripjat basin on the environment. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*. 2025. Vol. 62. P. 401–411. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-30>.
4. Лук'янова В.В., Покшевніцька Т.В., Смоляр К.О. Критерії якісної оцінки показників впливу запланованої діяльності на стан навколишнього середовища. *Геохімія техногенезу*. 2023. № 9. С. 50–56. <https://doi.org/10.32782/geotech2023.37.08>.
5. Li J., Liu Y., Wang H., Chen X. Geochemical regulation of heavy metal speciation in subtropical peatlands. *Land*. 2025. Vol. 14 (6). 1256. <https://doi.org/10.3390/land14061256>.
6. Apori S.O., Giltrap M., Dunne J., Tian F. Human health and ecological risk assessment of heavy metals in topsoil of different peatland use types. *Heliyon*. 2024. Vol. 10 (13). e33624. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33624>.
7. Williamson J., Evans C., Spears B. et al. Reviews and syntheses: Understanding the impacts of peatland catchment management on dissolved organic matter concentration and treatability. *Biogeosciences*. 2023. Vol. 20. P. 3751–3766. <https://doi.org/10.5194/bg-20-3751-2023>.
8. Rosset T., Binet S., Rigal F., Gandois L. Peatland dissolved organic carbon export to surface waters: Global significance and effects of land use. *Geophysical Research Letters*. 2022. Vol. 49 (5). e2021GL096616. <https://doi.org/10.1029/2021GL096616>.
9. Frei R.J., Abbott B.W., Dupas R. et al. Impact of peat extraction on downstream concentrations and attenuation of dissolved organic carbon and nutrients. *Water Resources Research*. 2024. Vol. 60 (9). e2024WR037397. <https://doi.org/10.1029/2024WR037397>.
10. Pschenyckyj C.M., Clark J.M., Shaw P.J., Sizmur T. An examination of the influence of drained peatlands on regional stream water chemistry. *Hydrobiologia*. 2023. Vol. 850. P. 3313–3339. <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05188-5>.
11. Song C., Sun S., Wang J. et al. Applying fulvic acid for sediment metals remediation: Mechanism, factors, and prospect. *Frontiers in Microbiology*. 2023. Vol. 13. 1084097. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1084097>.
12. Huth V., Jurasinski G., Günther A. Ecological resilience of restored peatlands to climate change. *Communications Earth & Environment*. 2022. Vol. 3. 208. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00547-x>.
13. Kibilds J., Abramenko K., Nikodemus O., Elferts D. Pros and cons of strategies to reduce greenhouse gas emissions from peatlands: Review of possibilities. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14 (6). 2260. <https://doi.org/10.3390/app14062260>.
14. Mander Ü., Järveoja J., Maddison M. et al. Global peatland greenhouse gas dynamics. *New Phytologist*. 2025. Vol. 246. P. 94–102. <https://doi.org/10.1111/nph.20436>.
15. Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України. Проект постанови Кабінету Міністрів України «Про особливості правового режиму використання земель під торфовищами та можливі види їх цільового призначення». 2026. URL: <https://me.gov.ua/Documents/Detail/9b2983db-9050-4446-abf2-6f7ff3ebf2fa> (дата звернення: 09.03.2026).
16. United Nations Environment Programme. Global peatlands assessment: The state of the world's peatlands. Nairobi, 2022. URL: <https://www.unep.org/resources/report/global-peatlands-assessment-state-worlds-peatlands> (дата звернення: 09.03.2026).

References

1. Vergelska, N.V., Vlasenko, O.V. and Pokshevnytskyi, A.S. (2026), “Model kaskadnykh heokhimichnykh effektiv promyslovoho vydobutku torfu na sumizhni pryrodookhoronni obiekty”, *Ekologichni nauky*, 2(65): 231–238. doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.2-65.32.
2. Jasik, M., Małek, S., Jasik, D., et al. (2026), “How the physical and chemical properties affect the heavy metal content in surface water in different types of peatlands”, *Land Degradation & Development*, 1–12. doi.org/10.1002/ldr.70633.
3. Boiaryn, M., Nekos, A., Radzii, V., et al. (2025), “Impact of peat extraction from the peatlands of upper Pripjat basin on the environment”, *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*, 62: 401–411. doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-30.
4. Lukianova, V.V., Pokshevnytska, T.V., and Smoliar, K.O. (2023), “Kryterii yakisnoi otsinky pokaznykiv vplyvu zaplanovanoi diialnosti na stan navkolyshnoho seredovyshecha”, *Heokhimiiia Tekhnogenezu*, 9: 50–56. doi.org/10.32782/geotech2023.37.08.
5. Li, J., Liu, Y., Wang, H., and Chen, X. (2025), “Geochemical regulation of heavy metal speciation in subtropical peatlands”, *Land*, 14(6): 1256. doi.org/10.3390/land14061256.
6. Apori, S.O., Giltrap, M., Dunne, J., and Tian, F. (2024), “Human health and ecological risk assessment of heavy metals in topsoil of different peatland use types”, *Heliyon*, 10(13): e33624. doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33624.
7. Williamson, J., Evans, C., Spears, B., et al. (2023), “Reviews and syntheses: Understanding the impacts of peatland catchment management on dissolved organic matter concentration and treatability”, *Biogeosciences*, 20: 3751–3766. doi.org/10.5194/bg-20-3751-2023.
8. Rosset, T., Binet, S., Rigal, F., and Gandois, L. (2022), “Peatland dissolved organic carbon export to surface waters: Global significance and effects of land use”, *Geophysical Research Letters*, 49(5): e2021GL096616. doi.org/10.1029/2021GL096616.
9. Frei, R.J., Abbott, B.W., Dupas, R., et al. (2024), “Impact of peat extraction on downstream concentrations and attenuation of dissolved organic carbon and nutrients”, *Water Resources Research*, 60(9): e2024WR037397. doi.org/10.1029/2024WR037397.
10. Pschenyckyj, C.M., Clark, J.M., Shaw, P.J., and Sizmur, T. (2023), “An examination of the influence of drained peatlands on regional stream water chemistry”, *Hydrobiologia*, 850: 3313–3339. doi.org/10.1007/s10750-023-05188-5.
11. Song, C., Sun, S., Wang, J., et al. (2023), “Applying fulvic acid for sediment metals remediation: Mechanism, factors, and prospect”, *Frontiers in Microbiology*, 13: 1084097. doi.org/10.3389/fmicb.2022.1084097.
12. Huth, V., Jurasinski, G. and Günther, A. (2022), “Ecological resilience of restored peatlands to climate change”, *Communications Earth & Environment*, 3: 208. doi.org/10.1038/s43247-022-00547-x.
13. Kibilds, J., Abramenko, K., Nikodemus, O., and Elferts, D. (2024), “Pros and cons of strategies to reduce greenhouse gas emissions from peatlands: Review of possibilities”, *Applied Sciences*, 14(6): 2260. doi.org/10.3390/app14062260.

14. Mander, U., Jarveoja, J., Maddison, M., et al. (2025), "Global peatland greenhouse gas dynamics", *New Phytologist*, 246: 94–102. doi.org/10.1111/nph.20436.

15. Ministry of Economy, Environment and Agriculture of Ukraine (2026), Draft Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "Pro osoblyvosti pravovoho rezhymu vykorystannia zemel pid torfovysychamy ta mozhlyvi vydy yikh tsilovoho pryznachennia"

[On the special legal regime for peatland land use and possible types of their designated purpose]. Available at: <https://me.gov.ua/Documents/Detail/9b2983db-9050-4446-abf2-6f7ff3ebf2fa> (accessed 09.03.2026).

16. United Nations Environment Programme (2022), Global peatlands assessment: The state of the world's peatlands, UNEP, Nairobi. Available at: <https://www.unep.org/resources/report/global-peatlands-assessment-state-worlds-peatlands> (accessed 09.03.2026).

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF PEAT DEPOSITS AS INDICATORS OF GEOCHEMICAL PROCESS INTENSITY IN INDUSTRIAL EXTRACTION

Pokshevnytskyi A.S.

Pokshevnytskyi A.S., Postgraduate Student, State Institution "The Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine", Akademika Palladina Ave., 34A, 03142, Kyiv; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3804-3495>, ntn@i.ua

Peat deposits are natural geochemical accumulators of heavy metals and naturally occurring radionuclides, the stability of which fundamentally depends on the maintenance of waterlogged reducing conditions. Industrial peat extraction, for which drainage is an indispensable first stage, initiates a cascade of interrelated geochemical transformations whose intensity is determined primarily by the physico-chemical properties of the peat itself. This paper substantiates the concept of geochemical predictors – a system of standard deposit characteristics (ash content, degree of decomposition, type of organic matter, moisture content, depth to the water table) that allow quantitative pre-extraction assessment of the expected intensity of four key geochemical pressure processes: heavy metal mobilisation due to changes in redox potential and pH; pyrite oxidation with acid drainage formation; aerobic mineralisation of organic matter with dissolved organic carbon (DOC), ammonium nitrogen and trace metal release; and mechanical destruction of peat during milling generating metal-enriched particulate matter. The terms "indicator" and "predictor" are used as functionally close in this paper; however, the term "predictor" emphasises the prognostic nature of the assessment – i.e. the capacity of a parameter to forecast the intensity of a process before its onset. Based on a systematic analysis of peer-reviewed scientific literature, functional relationships between each predictor and the corresponding pressure process are established, and threshold values of elevated risk are defined for each parameter with explicit reference to their sources in the scientific literature. The results are formalised as an analytical predictor matrix suitable for direct application in Environmental Impact Assessment (EIA) report preparation. It is demonstrated that the intensity of geochemical pressure processes is differentiated by deposit type: poorly decomposed deposits with low ash content pose greater risks to surface water quality through DOC emission, while well-decomposed deposits with elevated ash content are more hazardous for groundwater and soils through heavy metal mobilisation and dust migration. The proposed predictor system provides a tool for overcoming the systemic gap between geological survey data and geochemical risk assessment in current EIA practice, and aligns with the new regulatory framework outlined in the draft Cabinet of Ministers of Ukraine Resolution on the special legal regime for peatland land use.

Key words: peatland geochemistry, geochemical predictors, peat ash content, degree of decomposition, heavy metal mobilisation, dissolved organic carbon, environmental impact assessment, industrial peat extraction.

Дата першого надходження статті до видання: 16.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026