

ГІДРОГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРИП'ЯТЬ

Касіяничук Д.В., Тимків М.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, 76019, м. Івано-Франківськ
dima_kasiyanchuk@ukr.net, maritymkiv@gmail.com

У роботі розглянуто одне з важливих питань сьогодення – забруднення підземних вод на території басейну річки Прип'ять. Територія дослідження належить до транскордонних земель, оскільки межує з Білорусією і цим самим визначає першочерговість проведення дослідження. З метою належного та всебічного дослідження стану підземних вод у сучасних умовах навколишнього середовища було запропоновано комплексний підхід з оцінки стану підземних вод на основі просторового поширення антропогенних процесів. Авторами для дослідження було вибрано основні чинники, які мають негативний вплив на стан підземних вод, та обчислено ризики забруднення території. Для розрахунків потенційних ризиків зібрано, систематизовано та опрацьовано базу даних у табличному та картографічному вигляді. Обчислення основних екологічних ризиків у межах досліджуваної території проводилось на основі кількох чинників: місця залягання та площі покладів бурштину, зони складування твердих побутових викидів та скидів небезпечних речовин підприємствами регіону, окремо була розрахована навантаженість на кожен окремий суббасейн р. Прип'ять кількості населення. Сформований математичний алгоритм для розрахунку еколого-геологічних ризиків враховує середню просторово-часову ймовірність впливу вибраних факторів (заболоченість території, видобуток бурштину, наявність небезпечних техногенних споруд) на стан підземних вод, частку сумарної площі забруднення за досліджуваний період на площі басейну як показника максимального площинного ураження. Ця інформація дала змогу провести загальну класифікацію досліджуваної території загалом та по окремому суббасейну зокрема. Ця оцінка дає змогу показати масштаб впливу перелічених факторів на стан підземних вод та надалі дасть змогу проводити аналіз зміни такого впливу. *Ключові слова:* підземні води, забруднення, екологічні ризики.

Gidrogeoeological analysis of the Prypyat River basin. Kasiyanchuk D., Tymkiv M.

The paper considers one of the important issues of today – groundwater pollution in the Prypyat River basin. The study area belongs to the cross-border lands, as it borders with Belarus and thus determines the priority of the study. In order to properly and comprehensively study the state of groundwater in modern environmental conditions, a comprehensive approach to assessing the state of groundwater based on the spatial distribution of anthropogenic processes was proposed. The authors selected for the study the main factors that have a negative impact on the state of groundwater and calculated the risks of pollution. To calculate potential risks, a database in tabular and cartographic form is collected, systematized and processed. The calculation of the main environmental risks within the study area was based on several factors: location and area of amber deposits, storage areas for solid household emissions and discharges of hazardous substances by enterprises in the region, separately calculated the load on each sub-basin of the Prypyat population. The formed mathematical algorithm for calculation of ecological and geological risks takes into account the average spatio-temporal probability of influence of the chosen factors (waterlogging of territory, amber extraction, presence of dangerous technogenic constructions) on a condition of underground waters, share of the total area of pollution for the investigated period lesions. This information allowed for a general classification of the study area in general and for a particular sub-basin in particular. This assessment makes it possible to show the scale of the impact of these factors on the state of groundwater and in the future will analyze the change in such impact. *Key words:* groundwater, pollution, environmental risks.

Постановка проблеми. Незважаючи на те, що значна частина території басейну р. Прип'ять знаходиться під охороною, екологічна ситуація все ж залишається критичною. Основними причинами є ведення інтенсивного водного господарства, як наслідок значне зменшення самовідтворюючих можливостей річок та виснаження водних ресурсів, забруднення водних об'єктів через невпорядковане відведення стічних вод, радіаційне забруднення басейнів багатьох річок у зонах Чорнобильської, Рівненської та Хмельницької АЕС, зниження якості підземних вод, які використовуються для потреб населення, недосконалість економічного механізму фінансування і реалізації водоохоронних заходів, відсутність автоматизованої постійно діючої сітки моніторингу в системі водокористування; несанкціоноване видобування бурштину, відсутність контролю

за розміщенням полігонів твердих побутових відходів, відсутність контролю за дотримання санітарних норм на підприємствах, які ведуть діяльність на території басейну. Таким чином сукупність перелічених факторів змушує шукати нові способи мінімізації екологічної шкоди на навколишнє середовище.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження впливу антропогенних чинників на стан підземних вод нині є досить актуальним, оскільки щодня питання водозабезпечення населення постає дедалі гостріше. В Україні кожного року виходить щорічник ДНПВ Геоінформ, де в стислому вигляді наводиться огляд режиму підземних вод у природних і порушених умовах, якісного стану підземних вод (основні джерела забруднення підземних вод, умови забруднення, площі виснаження та забруднення підземних вод, вміст в підземних водах основних

забруднюючих речовин, водозабори з розвіданими експлуатаційними запасами та ін.). Широко питанням забруднення підземних вод займаються такі українські дослідники, як Н.С. Лобода, І.В. Удалов, В.М. Шестопапов, Т.О. Кошлякова, Л.І. Давибіда та ін. У роботі [1] детально описано антропогенний вплив на гідрогеологічне середовище, основні причини та види забруднень підземних вод, проведено оцінку масштабу забруднення підземних вод. Автори у праці [2] запропонували геоінформаційний підхід до визначення рівня ризику забруднення підземних вод різних водоносних горизонтів, який базується на виділенні ландшафтних гідрогеологічних комплексів різних типів у межах досліджуваної території. У роботах С.А. Рубана та М.А. Шинкаревського [3; 4] для регіонального масштабу досліджень захи-

щеності водоносних горизонтів і оцінювання ризику виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із їхнім забрудненням, як територіальну основу було запропоновано використовувати таксони гідрогеологічного районування за умовами формування підземних вод. Варто звернути увагу і на дослідження [5], де автори розглядають варіанти як зменшити забруднення у водних басейнах на основі еколого-економічного моделювання. У роботі [6] представлена оцінка екологічної вразливості басейну річки Тарім. Окрім того, що ця річка знаходиться в надзвичайно посушливому регіоні, згубного впливу додає також інтенсивна людська діяльність.

Новизна. Визначено ступінь впливу полігонів твердих побутових відходів, видобутку бурштину, заболочених земель та боліт на еколого-геологіч-

Таблиця 1

Перелік екологічно небезпечних об'єктів на території басейну р. Прип'ять

№ п/п	Назва	Місце розташування	Тип забруднення
1	Житомирське ВУВКГ	м. Житомир	скиди, відходи
2	ВАТ Волинь-цемент, «Дікергофф цемент Україна»	м. Здолбунів	викиди
3	ВАТ Рівнеазот	м. Рівне	викиди, відходи
4	ВП Рівненська АЕС	м. Кузнецовськ	відходи
5	Брище сміттєзвалище	Волинська обл.	викиди, відходи
6	Чорнобильська АЕС		відходи
7	Хмельницька АЕС		відходи
8	ПрАТ Рівневодотранс		Оброблення відходів
9	ТОВ «Міськкомунсервіс»	м. Новоград-Волинський	Оброблення відходів
10	Комунальне виробничо-господарське підприємство	м. Коростень	Захоронення ТПВ
11	Овруцьке комунальне підприємство «Комунальник»	м. Овруч	Виробництво і розподіл тепла
12	Горохівське ВУЖКГ	м. Горохів	Скид стічних вод
13	Маневицьке ВУЖКГ	сmt. Маневичі	Скид стічних вод
14	КП «Луцькводоканал»	м. Луцьк	Скид стічних вод
15	Ковельське УВГК «Ковельводоканал»	м. Ковель	Скид стічних вод
16	КП «Дубищенське ЖКГ»		Скид стічних вод
17	Старовижівське ВУЖКГ	сmt. Стара Виживка	Скид стічних вод
18	Ратнівське ВУЖКГ	сmt. Ратно	Скид стічних вод
19	Цуманське ВУЖКГ	сmt. Цумань	Скид стічних вод
20	Ківерцівське ВУЖКГ	м. Ківерці	Скид стічних вод
21	КП «Любешів комфортсервіс»	м. Любешів	Скид стічних вод
22	ПАТ «Гнідавський цукровий завод»	м. Луцьк	Скид стічних вод
23	ПАТ «Кульчинський силікатний завод»	с. Кульчин	Скид НДО стічних вод у р. Стир (басейн р. Дніпро)
24	Полігон для захоронення ТПВ м. Ковель	с. Люблинець Ковельського району	Захоронення ТПВ
25	Полігон для захоронення ТПВ м. Луцька	с. Брище Луцького району	Захоронення ТПВ
26	Полігон для захоронення ТПВ	сmt. Стара Виживка	Захоронення ТПВ
27	Полігон для захоронення ТПВ	м. Камінь-Каширський	Захоронення ТПВ
28	Полігон для захоронення ТПВ	сmt. Любешів	Захоронення ТПВ
29	Полігон для захоронення ТПВ	сmt. Ратне	Захоронення ТПВ
30	Полігон для захоронення ТПВ	сmt. Торчин	Захоронення ТПВ

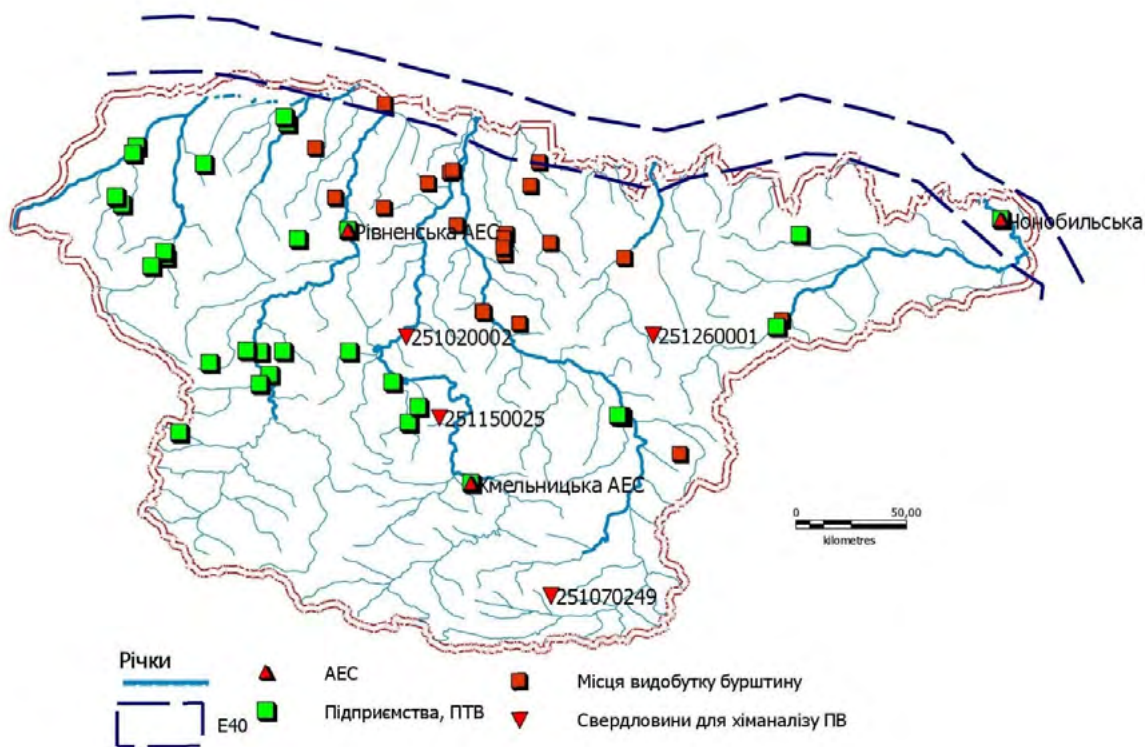


Рис. 1. Карта техногенного навантаження басейну річки Прип'ять

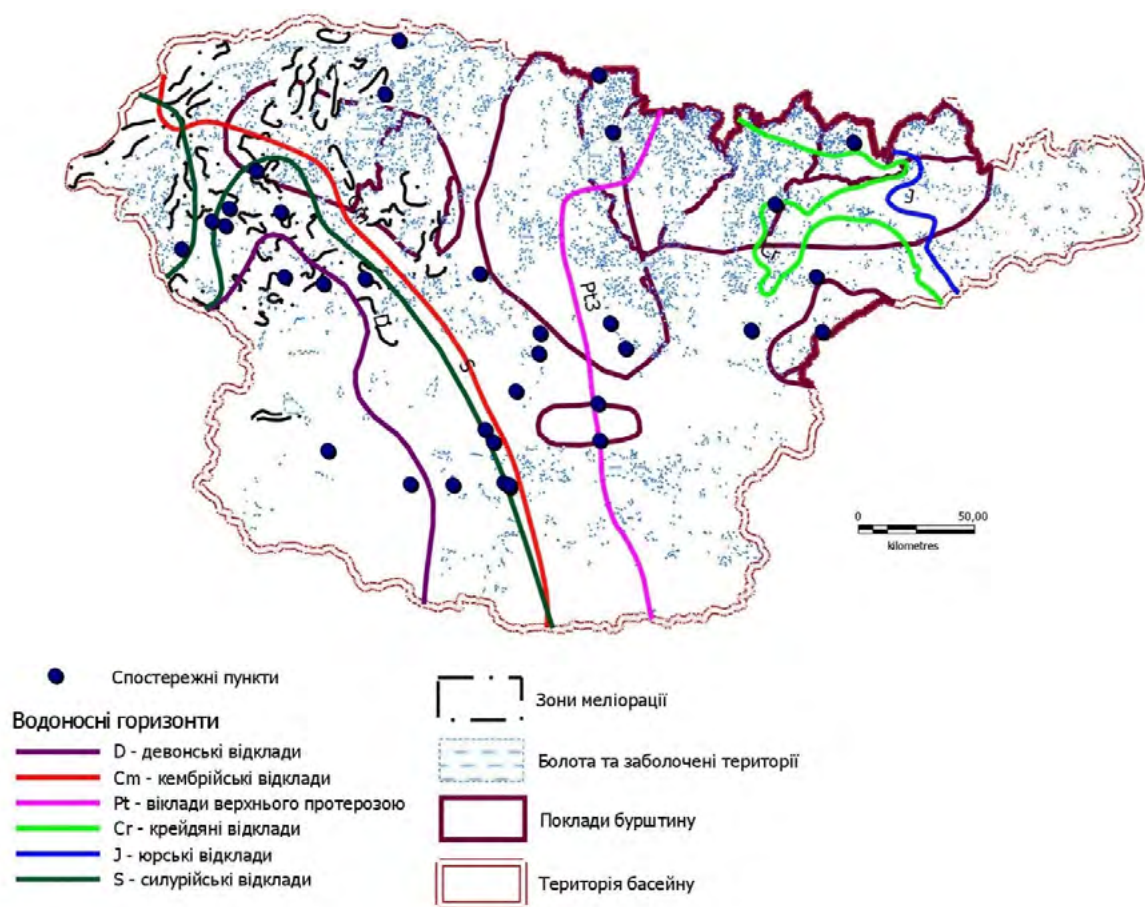


Рис. 2. Карта природної складової басейну річки Прип'ять

ний стан досліджуваної території, а також здійснено оцінку ризиків безпеки життєдіяльності на імовірнісному рівні.

Метою дослідження є розрахунок еколого-геологічного ризику та площі його ураження території дослідження, щоб з'ясувати, які частину басейну річки Прип'ять найбільш уражені і де потрібно застосувати в першу чергу відповідні міри безпеки.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Станом на 2019 рік, відповідно до Екологічного паспорту області (зокрема Житомирської, Рівненської, Волинської, Київської, Хмельницької) до переліку екологічно небезпечних об'єктів належать 30 підприємств (табл. 1).

Найбільшими забруднювачами поверхневих та підземних вод у межах басейну є поля фільтрації цукрозаводів (нітрати), витік нафтопродуктів із цистерн на акумулюючо-підкачувальній станції нафтопроводу «Дружба», палива зі складів паливно-мастильних матеріалів (ПММ) військових частин м. Луцька, а також промислові відходи ВАТ «Рівнеазот».

На території складів ПММ в/ч А1416 у м. Луцьк спостерігається нафтохімічне забруднення водоносного горизонту у верхньокрейдових відкладах, глибина проникнення забруднення 4,5 м, площа забруднення 0,3 км². У зоні впливу ВАТ «Рівнеазот» внаслідок впливу каналу зі стічними водами, підземні води верхньопротерозойських відкладів, за попередніми даними, були забруднені аміаком до 21,8 мг/дм³, в інших свердловинах на четвертинний і верхньопротерозойський водоносні горизонти вміст аміаку коливався від 0,4 до 0,7 мг/дм³ [7].

28 липня 2020 року на засіданні басейнової ради річки Прип'ять обговорювалось питання впливу комунальних підприємств на якісний стан водних ресурсів басейну річки Прип'ять. Найбільшими забрудниками підземних вод є органічні, біогенні (сполуки фосфору 304 тис. т/рік, сполуки азоту 329 тис. т/рік) і небезпечні (несинтетичні групи важких металів, нафтопродукти) речовини тощо.

На рис. 1 представлені підприємства, які є одним із найбільших забруднювачів підземних вод та зона, яка попадає під вплив шкідливих викидів даних підприємств. Оскільки дані об'єкти належать до 1 та 2 класу шкідливості підприємств за санітарними нормами, відповідно, санітарно-захисна зона будувалась у межах 500–1000 м.

Як видно із рисунка, площа забруднення становить четверту частину території басейну і основна загроза забруднення водоносних горизонтів у північно-східних районах із високим ризиком виникнення надзвичайних ситуацій пов'язана зі сміттєзвалищами і полігонами твердих побутових відходів. Внаслідок такої діяльності підземні води попадають у зону забруднення. Підземні води в четвертинних, верхньокрейдових та протерозойських відкладах забруднені амонієм, нітратами та нафтопродуктами. У результаті господарської діяльності ґрунтові води,

а інколи і підземні, частково забруднюються з'єднаннями азоту, кількісний склад якого змінюється. Забруднення аміаком спричинене збільшенням в індивідуальному господарстві поголів'я тварин, кадмієм – внесенням попелу, як добрива, на присадибних ділянках.

Забруднення ґрунтових вод та вод у верхньокрейдових відкладах аміаком та кадмієм останнім часом збільшується поблизу селянських садів у поліській частині цієї території.

Також велике значення на рівень підземних вод має видобуток бурштину (рис. 2).

На сьогоднішній день основними бурштиносними районами є південний і північно-західний схил Українського щита та територія Волино-Подільської плити. Згідно з адміністративним районуванням сюди входять: північна частина Волинської, Рівненської, Житомирської і Київської областей. Також у межах Прип'ятського бурштиноносного басейну окремо виділено такі зони: Володимирецько-Дубровицьку, Клесівсько-Рокитнянську, Маневицько-Заріччянську, Вишгородську (з родовищем Петрівським), Барашівську (з родовищем Вікторівським), а також Могиланську й Пержанську зони. Клесівсько-Рокитнянська бурштиноносна зона Прип'ятського бурштиноносного басейну розміщена на сході й північному сході Рівненської області і представлена Клесівським бурштиноносним районом.

Варто також звернути увагу на те, що територія Полісся є найбільш заболоченою в Україні [9], 18% тільки з яких не підлягають осушенню. Болота – важливий гідрологічний і кліматичний регулятор. Вони є місцем депонування парникових газів через акумуляцію вуглецю. У контексті змін клімату та збереження біорізноманіття, тема охорони боліт та торфовищ виглядає більш глобально, ніж може здаватись на перший погляд.

Значного впливу на формування режиму в межах території Волино-Подільського басейну здійснює осушувальна меліорація. Відповідно до [8] у 2018 році на осушувальній системі «Стохід», за даними поста Старий Мосир, середньорічні рівні четвертинного водоносного горизонту, порівняно з минулим роком, знизились на 0,05 м, і становили 2,64 м. Верхньокрейдовий водоносний горизонт не спостерігається. На рис. 3 представлена територія, яка є заболоченою. Такий вид діяльності може принести колосальні збитки та досить таки негативні екологічні наслідки, які є наслідком переосушення верхнього шару ґрунту, вторинного заболочування, збільшення глибини промерзання ґрунту на осушених землях, осушення прилеглих територій, зниження рівня ґрунтових вод, яке може проявитися на відстані до 5-7 км від кордону осушувального масиву і т. д.

На Поліссі з 1960 по 1980 рр. була осушена половина заболочених і перезволожених земель, осушення боліт супроводжувалося сильним зниженням рівня ґрунтових вод, що призвело до висушування

грунту і зникнення рослинності. Падіння продуктивності на осушених землях Полісся настало через 10–15 років. Надмірне осушення боліт, коли рівень ґрунтових вод падає нижче 1,5 м від поверхні землі, призводить до швидкого окислення торфу і виносу поживних речовин в дренажні канали.

У багатьох зарубіжних країнах вже є досвід у сфері охорони боліт. Наприклад, в Європейському Союзі є мережа охоронних ділянок рідкісних видів і біотопів, що знаходяться під загрозою зникнення, заснована на базі Пташиною та Оселищної директив – Natura 2000 [10]. Членами Європейського Союзу було проаналізовано не тільки екологічний стан кожного охоронюваного природного об'єкта, а й його прямий внесок у розвиток місцевого, регіонального та глобального рівня екологічної мережі. Використання ресурсів торфовищ в Європі регулюється нормативними актами і програмами Європейського Союзу в галузі навколишнього середовища і сільського господарства.

Звіт *Conserving mires in The European Union*, розроблений у рамках проектів LIFE-Nature mires, який містить у собі всю актуальну інформацію про водно-болотні угіддя країн ЄС: природоохоронне законодавство, основні тенденції у сфері охорони боліт, загальну інформацію про болота, а також розглядає питання відновлення і ефективного управління водно-болотними угіддями. Також в ЄС була розроблена карта боліт Європи, заснована на книзі [11], яка являє собою першу зведену карту всіх європейських боліт. У ній представлені оцінки площі торфовищ і боліт в кожній європейській країні як окремо, так і для всього континенту. Усе це хороші приклади, які можна впроваджувати і в Україні в контексті євроінтеграційних прагнень.

Виклад основного матеріалу. Функціонування природних ландшафтних комплексів у сталих умовах є важливою передумовою для оцінки безпеки регіону території. Гідрогеологічні умови регіону, враховуючи значну щільність мережі річок, наявність заболочених територій і озер, є базовими екологічними факторами, на які найбільше здійснюються антропогенний вплив.

Ризик – ймовірні очікувані економічні, соціальні та екологічні наслідки від прояву небезпечних процесів, які оцінюються щодо конкретних об'єктів та визначають екологічну небезпеку, що здатна загрожувати життєдіяльності людей, завдавати матеріальний збиток, негативно впливати на навколишнє середовище.

Під еколого-геологічним ризиком варто розуміти кількісну міру небезпеки. Вимірювати еколого-геологічний ризик можна в імовірнісних величинах або у вигляді математичного очікування збитку.

У загальному вигляді екологічний ризик R є статистичною оціночною категорією, що являє собою векторну багатокомпонентну величину:

$$R = \{S, P, W\}, \quad (1)$$

де S – опис сценаріїв ризику, P – імовірність реалізації ризику, W – збитки (втрати).

Нині є низка методик, які застосовуються для оцінки природної захищеності підземних вод від зовнішнього негативного впливу й описані в роботах Т.В. Ємчук [12], О.Є. Кошлякова [13], С.М. Левонюка [14], М. Kozłowski [15] та ін. Зазначені дослідження орієнтовані перш за все на вирішення конкретних прикладних завдань і апробовані на прикладі окремих локальних територій чи гідрогеологічних об'єктів, а отже, як правило, не можуть бути розглянуті як універсальні й потребують подальшого вдосконалення. У роботах С.А. Рубана та М.А. Шинкаревського для регіонального масштабу досліджень захищеності водоносних горизонтів і оцінювання ризику виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з їхнім забрудненням, як територіальну основу було запропоновано використовувати таксони гідрогеологічного районування за умовами формування підземних вод. Зокрема, для ґрунтових вод, що є найбільш вразливими до дії порушувальних чинників, потрібна детальна типізація території, яка може врахувати широкий спектр умов формування підземних вод перших від поверхні водоносних горизонтів.

Основними екологічними ризиками в межах досліджуваної території є:

- розробка покладів бурштину;
- зони складування ТПВ, викидів і скидів небезпечних речовин підприємствами регіону;
- вплив осушувальних систем на природні умови боліт басейну р. Прип'ять.

Критерієм вибору факторів для оцінки ризику є передумови, які були проаналізовані в літературних джерелах, а також створення геоінформаційних баз даних, які включають перелічені нижче шари з відповідними атрибутами:

- гідрогеологічні басейни, виділені за умовами формування та розповсюдження ґрунтових вод (код, індекс, назва басейну);
- гідрогеологічні райони (код, індекс, назва району);
- гідрогеологічні підрайони (код, індекс, назва підрайону);
- векторні шари базової інформації, що включають адміністративні межі, населені пункти, дороги, річки, рослинність, рельєф;
- векторний шар інформації щодо потенційних антропогенних джерел забруднення підземних вод.

Формула розрахунку навантаження суббасейну населенням:

$$r_p = (n/N_p)/(s/S), \quad (2)$$

n – кількість населення в межах суббасейну, N – загальна кількість населення межах басейну; s – площа суббасейну; S – площа басейну.

Просторова ураженість суббасейну

$$r = f_p/S, \quad (3)$$

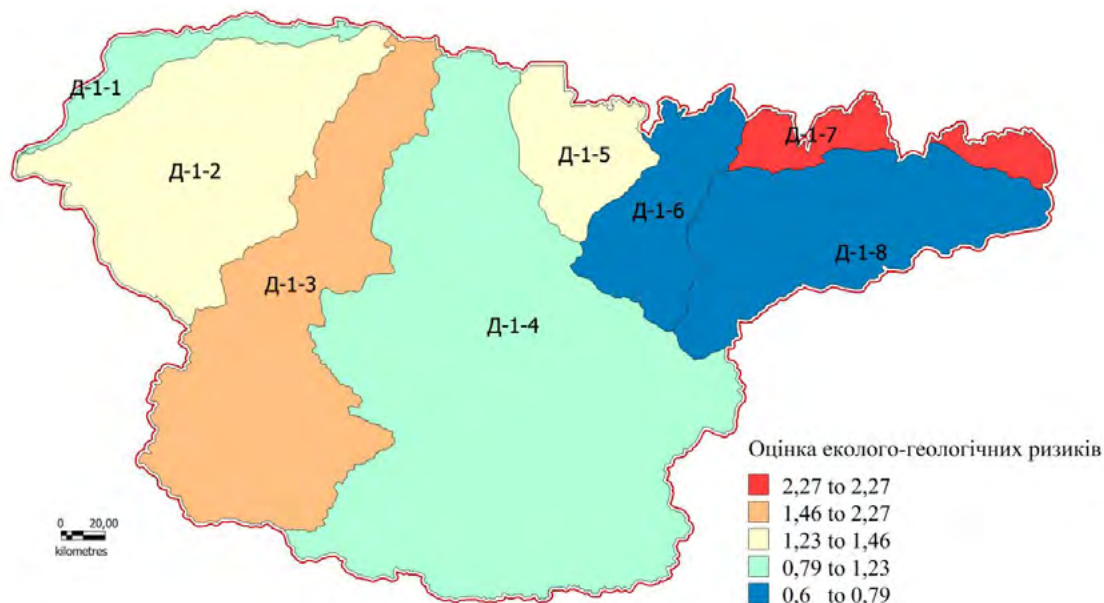


Рис. 3. Карта ризиків забруднення підземних вод басейну р. Прип'ять

Таблиця 2

Класифікація басейну р. Прип'ять за площами ураження

Код та назва суббасейну →	Д-1-1 басейн озера Турського та Турського каналу	Д-1-2 басейн Вижівки – Турії – Стоходу	Д-1-3 басейн Стирі	Д-1-4 басейн Горині – Случі	Д-1-5 басейн Льви – Ствиги	Д-1-6 басейн Уборги – Перги	Д-1-7 басейн Словечни та дрібних річок	Д-1-8 басейн Ужа
Основні фактори для розрахунку ↓								
Площа суббасейну, кв. км	1686,57	10498,2	12567,9	27122,5	2991,85	3802,21	1305,03	8049,22
Площа боліт, кв. км	0,934	1168,1	582,153	961,677	685,286	438,149	136,083	201,66
Площа зон ураження локальними видобутками бурштину, кв. км	0	85,73	98,39	104,03	0	0	0	75
Площа зон ураження видобутком бурштину, кв. км	0	2654,02	1602,14	188,9	1035,14	16,254	1284,57	0,001
Площа зон ураження підприємствами, кв. км	0	297	297	189	0	0	27	54
Кількість населення, осіб	45377	295658	536690	1080980	68290	78942	51525	153874
Ураженість болотами	0	0,11	0,05	0,04	0,23	0,12	0,1	0,03
Ураженість видобутком бурштину	0	0,26	0,14	0,01	0,35	0	0,98	0,01
Ураженість підприємствами	0	0,03	0,02	0,01	0	0	0,02	0,01
Антропогенне навантаження	0,79	0,82	1,25	1,17	0,67	0,61	1,16	0,56
Ризик	0,79	1,23	1,46	1,22	1,24	0,73	2,27	0,6

$$R_i = \sum_{i=1}^n r_i \quad (4)$$

n – кількість факторів, обраних для розрахунку ризику, r_i – ризик окремого фактора.

У таблиці 2 представлена класифікація басейну р. Прип'ять та площі ураженості болотами, видобутком бурштину та підприємствами 1-2 категорії небезпеки.

На основі обчислених значень ураженості досліджуваної території була побудована карта еколого-геологічних ризиків (рис. 3). Як видно, найбільш ураженими є територія суббасейнів Д-1-3 та Д-1-7, найменш ураженою територією суббасейнів Д-1-6 та Д-1-8.

Головні висновки. Дослідження ризиків та аналіз методик їх оцінок, які використовуються на

сучасному етапі показали потребу в розробці нового підходу до еколого-геологічної оцінки інтегрального ризику техногенного впливу, а також природних процесів, який би враховував комплексний вплив факторів їх розвитку.

Системний підхід, який використаний в аналізі наявних методик, алгоритмів оцінок ризиків, дав змогу вперше запропонувати просторово-часовий підхід до розрахунку еколого-геологічної оцінки ризиків техногенного навантаження. Сформований

математичний алгоритм для розрахунку еколого-геологічних ризиків дав змогу комплексно підійти до розрахунку ризику стану підземних вод для вибраної території. Він враховує середню просторово-часову ймовірність впливу вибраних факторів (заблоченість території, видобуток бурштину, наявність небезпечних техногенних споруд) на стан підземних вод, частку сумарної площі забруднення за досліджуваний період на площі басейну як показника максимального площинного ураження.

Література

1. Лобода Н.С., Отченаш Н.Д. Підземні води, їх забруднення та вплив на навколишнє середовище : навч. посіб. Одеса, 2017. 199 с.
2. Давибіда Л.І., Подголов В.М. Геоінформаційна оцінка ризику забруднення підземних вод Чернігівської області. *Науково-технічний журнал*. 2019. № 1 (19). С. 59–68.
3. Рубан С.А. Ландшафтні гідрогеологічні комплекси як основа визначення величини ризику виникнення надзвичайних ситуацій унаслідок забруднення підземних вод. *Мінеральні ресурси України*. 2004. № 2. С. 29–32.
4. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України : монографія, Київ : УкрДГРІ, 2005. 572 с.
5. Volk M. Integrated ecological-economic modelling of water pollution abatement management options in the Upper Ems River Basin. *Ecological Economics*. 2008. Volume 66, Issue 1. P. 66–76.
6. Lianqing Xue, Jing Wang, Luo Chen Zhang. Spatiotemporal analysis of ecological vulnerability and management in the Tarim River Basin, China. *Science of The Total Environment*. 2019 Vol. 649, 1 February. P. 876–888.
7. Спільна стратегія впровадження водної рамкової директиви (2000/60/ЄС) : Технічний звіт 002–2007. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/%D0%9A%D0%95%D0%A0%D0%86%D0%92%D0%9D%D0%98%D0%A6%D0%A2%D0%92%D0%9E%20%E2%84%9618.docx> (дата звернення: 10.02. 2021).
8. Зузук Ф.В., Колошко Л.К. Осушувальні меліорації в басейні р. Стохід Волинської області. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/73907332.pdf> (дата звернення: 27.01. 2021).
9. Хилько М.І. Екологічна безпека України : навч. посіб. Київ, 2017. 267 с.
10. Hans Joosten, Franziska Tanneberger, Asbjorn Moen. Mires and peatlands of Europe Status. Distribution and conservation. 2017. P. 780. URL: <https://www.schweizerbart.de/publications/detail/isbn/9783510653836> (дата звернення: 11.01. 2021).
11. Commission staff working paper. Analysis associated with the Roadmap to a Resource Efficient Europe. Part I. 2011. P. 32. URL: https://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/pdf/working_paper_part1.pdf (дата звернення: 22.12.2020).
12. Смчук Т.В. Оцінка захищеності підземних вод: методологічні аспекти і практичне застосування. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2011. № 1. С. 45–50.
13. Кошляков О.Є., Диняк О.В., Кошлякова І.Є. До питання вразливості питних підземних вод в межах Київської міської агломерації з урахуванням природної захищеності. *Вісник Одеського національного університету. Сер. Географічні та геологічні науки*. 2014. № 3 (22). С. 269–273
14. Левонюк С.М., Удалов І.В. Комплексна геоекологічна оцінка захищеності питних підземних вод. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки*. 2018. № 2 (23). С. 111–133. DOI: 10.18524/2303-9914.2018.2(33).146642
15. Kozłowski M., Sojka M. Applying a Modified DRASTIC Model to Assess Groundwater Vulnerability to Pollution: A Case Study in Central Poland Polish. *Journal of Environmental Studies*. 2019. № 28(3). P. 1223–1231.