

УДК 504.5

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ГЕОСИСТЕМ В РЕГІОНІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ І ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

Приходько М.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Викладені результати просторового поширення екологічних ризиків забруднення геосистем та їх компонентів, які формують навколишнє середовище в регіоні Українських Карпат і прилеглих територій. Проаналізовані обсяги викидів і скидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря і поверхневі водні об'єкти, охарактеризовано територіальний розподіл забруднень у досліджуваному регіоні.

Ключові слова: екологічні ризики, забруднення, навколишнє середовище, геосистеми.

Постановка проблеми. Сучасна екологічна ситуація та рівень екологічної безпеки в Україні та її регіонах характеризуються як кризові. Це зумовлено екологічно незбалансованим (над-нормативним) використанням головних життєзабезпечуючих ресурсів (земельних, водних, біотичних, мінерально-сировинних), розвитком енерго- та ресурсомістких виробництв без будівництва ефективних природоохоронних споруд та впровадження технологій переробки відходів, значним довгостроковим антропогенним навантаженням на природні та антропогенні геосистеми [1, 5, 6, 11, 13, 14, 20, 21, 23, 25-27, 30].

Україна знаходиться на стадії переходу природо-користування в новий етап – комплексного (синергетичного) впливу екологічних ризиків на стан геосистемно організованого навколишнього середовища, перманентного розвитку екологічно небезпечних процесів та явищ з підсиленням впливом глобальних змін клімату [3, 21, 23, 30]. Значні зміни природних геосистем (їх антропогенна модифікація) та досягнуті рівні антропогенного навантаження на геосистеми спричиняють подальше зростання імовірності виникнення і активізації розвитку екологічних ризиків.

Насамперед це стосується екологічних ризиків забруднення формуючих навколишнє середовище природних і антропогенних геосистем [21]. Проблема забруднення атмосферного повітря, як компонента геосистем, водних геосистем і ґрунтів є однією з найбільш актуальних у зв'язку із змінами клімату, значним погіршенням умов життєдіяльності людини та середовищ існування рослин, тварин і мікроорганізмів, збідненням біорізноманіття і зростанням захворюваності населення. У зв'язку з цим, дослідження просторового поширення екологічних ризиків забруднення геосистемно диференційованого навколишнього середовища та об'рунтування шляхів їх мінімізації (усунення) як на території України в цілому, так і окремих її регіонів, зокрема Українських Карпат і прилеглих територій, є надзвичайно актуальними.

Виклад основного матеріалу. Унікальність регіону Українських Карпат і прилеглих територій,

стратегія пріоритетного його використання для туризму і оздоровлення населення визначають необхідність зміни підходів щодо подальшого соціально-економічного розвитку з обов'язковим урахуванням екологічного імперативу, наявності екологічних ризиків та стану екологічної безпеки. Для розроблення заходів щодо збереження і відновлення природних геосистем, екологічної безпеки геосистемно диференційованого навколишнього середовища, необхідно оцінити специфіку та рівень екологічних ризиків забруднення компонентів геосистем (атмосферного повітря, вод, ґрунтів), пов'язаних з розвитком промисловості, аграрного виробництва, транспорту, комунального господарства. Право забруднювати геосистеми, що формують навколишнє середовище, слід розглядати як специфічну частину природного капіталу, значення якого буде динамічно зростати.

Забруднення атмосферного повітря. Атмосфера – повітряна оболонка Землі, є однією з найголовніших умов життя. Складові компоненти атмосферного повітря (азот, кисень, вуглекислий газ) відіграють важливу роль у біосфері, забезпечуючи людей, рослинний і тваринний світ необхідними газовими речовинами. Маса атмосфери досить велика – $5,15 \cdot 10^{15}$ тонн, що становить близько 10^{-6} маси Землі [26]. Незважаючи на це, атмосферне повітря є лише умовно невичерпним природним ресурсом. Для життєдіяльності людини і живих організмів необхідне чисте повітря, в якому концентрації газоподібних і твердих часток не перевищують допустимі рівні. Внаслідок антропогенної діяльності хімічний склад і фізичні властивості повітря погіршуються.

Забруднення атмосферного повітря є однією з найбільш негативних для суспільства змін природного середовища. Забруднюючі речовини завжди надходили в атмосферу природним шляхом і при нормальному навантаженні розпилювались і перероблялись в геосистемах. В результаті різних видів діяльності людини (добувна, хімічна і нафтохімічна промисловість, енергетика, транс-

порт, сільське господарство) хімічний склад і фізичні властивості повітря погіршуються внаслідок його забруднення – надходження забруднюючих речовин (твердих, рідких, газоподібних), біологічних агентів і енергії (тепла) в кількостях і концентраціях, що перевищують природний для живих організмів рівень [29].

При надходженні значної кількості забруднюючих речовин, в атмосферному повітрі утворюється специфічна «забруднена зона», яка за своїми параметрами значно відрізняється від незабрудненої атмосфери. Природні процеси (фізичні, хімічні, фотохімічні) не в змозі привести атмосферу до такого її стану, який вона мала до забруднення. Атмосфера втрачає здатність до самоочищення. «Забруднені зони» є зонами екологічного ризику як для людей, так і компонентів геосистем (рослин, тварин, мікроорганізмів).

Площа забруднених зон і концентрація у повітрі газоподібних складових (SO_2 , NO_2 , CO та ін.) і фізичних домішок (пил, аерозолі) залежать від процесів (швидкість і напрям вітру, температурна стратифікація (стан) атмосфери, опади), що відбуваються в атмосфері, які зумовлюють як розсіювання забруднюючих речовин, так і їх концентрацію у приземному шарі повітря.

За всіх інших рівних умов є небезпечна швидкість вітру, за якої у приземному шарі атмосфери виникають (формується) максимальні концентрації забруднюючих речовин. Залежно від розподілу температури повітря за висотою формуються три стани атмосфери: байдужий, нестійкий і стійкий. При байдужому стані атмосфери (суходіабатичний градієнт – зниження температури повітря на кожні 100 м висоти на 1°C) вертикальне і горизонтальне *розсіювання забруднюючих речовин задовільне*. Нестійкий стан атмосфери (градієнт температур повітря перевищує суходіабатичний – температура повітря на кожних 100 м висоти знижується більше, ніж на 1°C) *найбільш сприятливий для розсіювання забруднюючих речовин і зменшення їх концентрації у приземному шарі*. Стійкий стан атмосфери (градієнт температур повітря менший за суходіабатичний – температура повітря на кожних 100 м висоти знижується менше, ніж на 1°C) *несприятливий для розсіювання забруднюючих речовин*, внаслідок чого посилюється забруднення приземних шарів атмосфери. За умов стійкого стану атмосфери у гірських і горбистих типах місцевостей внаслідок формування «інверсійної пастки» холодне забруднене повітря опускається вниз по схилах і накопичується в долинах (котловинах).

Забруднення атмосферного повітря проявляється у прогресуючому зростанні певних

хвороб і спадкових аномалій людини (серцево-судинні захворювання, бронхіт, астма, рак легенів, хвороби очей і шкіри та ін.), призводить до опосередкованого впливу на геосистеми (лісові, водні, лучні), зумовлюючи зміни їх структури (складності), стійкості та функціонування, втрату біотичного різноманіття і зниження екологічного потенціалу. Діоксиди сірки і азоту, формальдегід, фтор є забруднюючими речовинами, до яких найбільш чутливі рослини [2].

Стан повітряного середовища в регіоні Українських Карпат і прилеглих територій (Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька області) визначається кількістю викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними і пересувними джерелами. Територія досліджуваного регіону (5,66 млн. га) займає 9,3 % площі України, а загальний обсяг викидів складає 9,0 % від загальних викидів в Україні. Це 602,9 тис. тонн/рік забруднюючих речовин, із яких 299,1 тис. тонн (49,6 %) складають викиди із пересувних джерел. Майже 93 % від загальної кількості забруднюючих речовин із стаціонарних джерел викидається в атмосферне повітря у Львівській (37,2 %) та Івано-Франківській (55,6 %) областях (табл. 1). За обсягами загальних викидів в атмосферу Івано-Франківська область займає 5-е, а Львівська – 7-е місце серед областей України.

У загальному обсязі викидів переважають оксид вуглецю – 230,3 тис. тонн (38,2 %), діоксид сірки – 156,8 тис. тонн (26,0 %) і метан – 82,0 тис. тонн (13,6 %). Крім цього, в атмосферне повітря із стаціонарних і пересувних джерел щорічно надходить 12,8 млн. тонн (в Україні – близько 200 млн. тонн) діоксиду вуглецю, який не відноситься до забруднюючих речовин (табл. 2).

У викидах, які надходять в атмосферне повітря із *стаціонарних джерел* понад 1 000 підприємств, переважають діоксид сірки – 153,3 тис. тонн (50,4 %), метан – 81,1 тис. тонн (26,3 %) і тверді частки – 32,2 тис. тонн (10,6 %); із *пересувних джерел*: оксид вуглецю – 221,0 тис. тонн (73,8 %), діоксид азоту – 34,0 тис. тонн (11,3 %) і неметанові леткі органічні сполуки – 33,8 тис. тонн (11,2 %).

Оксид вуглецю (CO) високотоксичний газ, відіграє важливу роль у формуванні фотохімічного смогу. Основним його джерелом є вихлопні гази автотранспорту та інших пересувних джерел. Концентрація CO у повітрі залежить від інтенсивності руху транспорту і змінюється впродовж доби.

Діоксид вуглецю (CO_2) надходить в атмосферне повітря в результаті багатьох природних процесів (фотосинтез, розклад органічних речовин тощо). Між кількістю CO_2 , який виділяється у

Таблиця 1

**Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря із стаціонарних і пересувних джерел
(складена за даними [7-9, 15, 16])**

Адміністративні утворення (область)	Стаціонарні джерела			Пересувні джерела		Всього викидів	
	кількість джерел	обсяг викидів, тис. тонн	індекс навантаження, тонн/км ²	обсяг викидів, тис. тонн	індекс навантаження, тонн/км ²	тис. тонн	індекс навантаження, тонн/км ²
Закарпатська	133	17,6	1,4	69,7	5,4	87,3	6,8
Львівська	344	113,2	5,1	133,1	6,1	246,3	11,2
Івано-Франківська	318	169,2	12,1	55,7	4,1	224,9	16,2
Чернівецька	142	3,8	0,5	40,6	5,0	44,4	5,5
Всього по регіону	937	303,8	5,3	299,1	5,2	602,9	10,5
Україна	9312	4131,6	6,8	2546,4	4,2	6678,0	11,0

Таблиця 2

Обсяги викидів основних забруднюючих речовин і діоксиду вуглецю в атмосферне повітря (складена за даними [7-9, 15])

Адміністративні утворення (область)	Забруднюючі речовини, тис. тонн								Діоксид вуглецю, млн тонн
	метали та їх сполуки	діоксид сірки	діоксид азоту	оксид вуглецю	вуглеводні (метан та ін)	неметалові леткі органічні сполуки	тверді частки	інші	
Стаціонарні джерела									
Закарпатська	0	0,1	1,1	1,2	14,6	0,2	0,2	0,2	0,2
Львівська	0,035	31,6	5,9	5,5	54,5	3,5	10,9	1,3	3,0
Івано-Франківська	0,033	121,0	10,3	2,0	11,2	2,2	21,0	1,5	6,4
Чернівецька	0	0,6	0,3	0,6	0,8	0,7	0,1	0,7	0,2
Всього	0,068	153,3	17,6	9,3	81,1	6,6	32,2	3,7	9,8
Пересувні джерела									
Закарпатська	0	0,8	7,7	51,5	0,2	7,9	1,2	0,4	0,8
Львівська	0	1,6	15,7	98,2	0,4	14,9	2,1	0,2	1,0
Івано-Франківська	0	0,6	6,0	41,1	0,2	6,6	0,7	0,5	0,7
Чернівецька	0	0,5	4,6	30,2	0,1	4,4	0,6	0,2	0,5
Всього	0	3,5	34,0	221,0	0,9	33,8	4,6	1,3	3,0
Разом по регіону	0,068	156,8	51,6	230,3	82,0	40,4	36,8	5,0	12,8

процесі дихання, і його кількістю, що поглинається у процесі фотосинтезу, існує динамічна рівновага. При спалюванні викопного палива (вугілля, нафта, газ) виділяється така кількість діоксиду вуглецю, яка на три порядки більша тієї, що повертається у викопне паливо. Вміст CO₂ в атмосфері подвоюється через кожні 23 роки. За останні 30-40 років вміст CO₂ у повітрі збільшився на 20 % [28, с. 238]. Результатом збільшення кількості CO₂ в атмосфері є *парниковий ефект* – здатність атмосфери, що пропускає короткохвильове електромагнітне випромінювання від Сонця, затримувати тепловий потік від земної поверхні, повертаючи його до Землі у вигляді «зустрічного випромінювання» і, як наслідок, глобальне підвищення температури повітря [3, с. 361; 28, с. 239]. Середньорічна температура повітря на Землі

підвищилася на 0,6°C і у найближчі десятиріччя може підвищитись на 1,5-2,0°C. [26, с. 66]. Підвищення температури повітря призводить до втрати динамічної рівноваги в атмосфері, що спричиняє зміни напрямку і сили вітрів, територіального перерозподілу кількості та інтенсивності дощів, формування паводків, посилення континентальності клімату, зниження продуктивності рослинного покриву, зникнення ендемічних, реліктових і рідкісних видів рослин і тварин [26, с. 64]. Крім вуглекислого газу, парниковий ефект спричиняють метан, оксиди азоту і аерозолі.

Шкідливим є забруднення повітря діоксидом сірки (SO₂), який надходить в атмосферу як природним шляхом (вулкани, розклад органічних сполук), так і внаслідок спалювання вугілля і нафти (містять 0,2-7,0 % сірки) на теплових електро-

станціях, підприємствах. Забруднене діоксидом сірки повітря згубно впливає на здоров'я людей (легеневі захворювання), тварини і рослинність.

Діоксид азоту (NO_2) викликає подразнення слизової оболонки носа і очей, легеневі захворювання. Під впливом сонячного світла (ультрафіолету) з діоксиду азоту утворюється оксид азоту і кисень, який вступає в реакцію з наявними у повітрі вуглеводнями, утворюючи вторинні забруднюючі речовини (формальдегід, пероксиацилилові нітрати). Ці речовини разом утворюють дуже шкідливий для здоров'я людини «фотохімічний смог». Усі газоподібні забруднюючі речовини (SO_2 , NO_2 , CO , вуглеводні) взаємодіють між собою і мають значно більший шкідливий вплив на людину і живі організми, ніж кожна з цих речовин окремо (синергетична дія).

Найбільше забруднюючих речовин у досліджуваному регіоні надходить в атмосферне повітря із стаціонарних джерел підприємств з виробництва електроенергії (Бурштинська ТЕС, Добротвірська ТЕС, Калуська ТЕЦ) і тепла («Теплокомуненерго»), які при спалюванні вугілля і газу викидають понад 90 % від загальної кількості таких шкідливих речовин як SO_2 , NO_2 , тверді частки (пил, зола), а також 70 % діоксиду вуглецю (табл. 2, 3).

Це зумовлено недотриманням підприємствами технологічних режимів спалювання палива (вугілля, газу), низькою ефективністю устаткування (електрофільтрів) з очищення димових газів від твердих часток (золи), відсутністю заходів щодо зниження викидів діоксиду сірки до нормативного рівня та недопущення здування пилу із золівдвалів. Теплова енергетика сприяє також забрудненню атмосферного повітря пилом та хімічними елементами, що входять до його складу (зокрема важкі метали) внаслідок звітрювання пилу із золівдвалів і шлаконакопичувачів.

Процеси, пов'язані із добуванням і збагаченням вугілля у Львівській області, створюють ризики забруднення атмосферного повітря внаслідок звітрювання з поверхні породних відвалів (териконів) дрібнозему, який містить шкідливі хімічні елементи, зокрема, важкі метали (Pb, Zn, Co та ін.). У межах Червоноградського гірничо-промислового району є 22 терикони висотою 25-40 м і загальною площею близько 170 га. У них розміщено 78,8 млн. m^3 відвальних порід [12, с. 242].

До стаціонарних джерел забруднення слід відносити також автомобільні дороги, з яких у приземні шари атмосферного повітря надходить пил (частинки ґрунту, гумових покриттів, асфальту). У зв'язку з цим необхідно вирішувати проблему попередження забруднення атмосферного повітря в зоні впливу автомобільних доріг.

Найбільш ефективним методом захисту атмосферного повітря при шляхових територіях від забруднення є створення геохімічних бар'єрів – лісових захисних смуг.

Рівень екологічного ризику забруднення приземних шарів повітря викидами із стаціонарних і пересувних джерел визначається величиною «індексу навантаження» (I_n) за запропонованою нами шкалою: дуже низький рівень (I_n – щільність викидів менше 1,0 т/км^2 забруднюючих речовин), низький (1,1-3,0 т/км^2), середній (3,1-6,0 т/км^2), вище середнього (6,1-9,0 т/км^2), високий (9,1-12,0 т/км^2), дуже високий (більше 12,1 т/км^2).

Стаціонарні і пересувні джерела викидів сконцентровані у містах і промислових зонах. Саме тут ризики забруднення і негативний вплив на людину та біотичні компоненти геосистем найбільш значні. Дуже високий рівень екологічного ризику забруднення приземних шарів атмосферного повітря у містах Бурштин, Добротвір, Червоноград, для яких I_n перевищує 450 т/км^2 за рахунок викидів із стаціонарних джерел (Бурштинська ТЕС, Добротвірська ТЕС). У Львові, Ужгороді, Моршині I_n становить відповідно 273, 265 і 250 т/км^2 ; Стрию, Трускавці, Дрогобичі, Івано-Франківську, Мукачеві – відповідно 206, 200, 180, 157 і 150 т/км^2 . Висока щільність забруднення у цих містах формується переважно за рахунок викидів пересувних джерел (автотранспорт).

Забруднюючі речовини, які надходять в атмосферне повітря від пересувних джерел, сприяють збільшенню забруднення приземного повітряного середовища у містах під димопиловим куполом, сформованим викидами із стаціонарних джерел. Наявність вузьких вулиць і високих будинків перешкоджає розсіюванню забруднюючих речовин і, як наслідок, сприяє збільшенню концентрацій (перевищують ГДК) забруднюючих речовин (CO , NO_x , сульфати, вуглеводні, бенз(а)пірен, пил та ін.) у повітрі.

В регіоні Українських Карпат і прилеглих територій наявні території з різним рівнем екологічного ризику забруднення приземних шарів атмосферного повітря. До територій з *дуже низьким рівнем ризику забруднення* відносяться Путильський і Вижицький райони Чернівецької області і Верховинський район Івано-Франківської області. Території з *низьким рівнем ризику забруднення* – Велико-Березнянський і Міжгірський райони Закарпатської області; Старосамбірський, Сколівський і Турківський райони Львівської області; Рожнятівський і Тлумачький райони Івано-Франківської області. До територій *високого ризику забруднення* належать Виноградівський район Закарпатської області, Переми-

Таблиця 3

Обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря із стаціонарних джерел за видами економічної діяльності, тис. тонн (складена за даними [7-9, 15])

Вид економічної діяльності	Адміністративні утворення (область)			
	Закарпатська	Львівська	Івано-Франківська	Чернівецька
Усі види діяльності	17,6	113,2	169,2	3,8
у тому числі:				
виробництво та розподіл електроенергії, газу і води	0,1	41,9	149,5	0,1
добувна промисловість	13,0	37,5	4,8	0,2
переробна промисловість	1,5	8,5	2,3	1,9
діяльність транспорту та зв'язку (транспортування газу)	2,7	21,7	8,8	0,3
сільське і лісове господарства	0,04	1,3	1,2	0,8
торгівля	0,15	2,5	2,5	0,04
будівництво	0,11	0,16	0,03	0,03
Інші види діяльності	–	–	0,88	0,43

шлянський, Городецький і Стрийський райони Львівської області; Богородчанський район Івано-Франківської області. Території *дуже високого ризику забруднення* – це Кам'янка-Бузький і Сокальський райони Львівської області, а також Галицький район Івано-Франківської області. Адміністративні райони, які не увійшли до зазначених вище, належать до територій *середнього ризику забруднення* приземних шарів атмосферного повітря.

Враховуючи перспективу збільшення обсягів викидів і особливості просторового поширення екологічного ризику забруднення атмосферного повітря, у досліджуваному регіоні необхідно вирішувати проблему забезпечення екологічної безпеки повітряного середовища та управління нею, особливо для територій високого і дуже високого рівнів ризиків. При цьому *екологічна безпека атмосферного повітря* – це такий його стан (рівні забруднення), за якого не виникає небезпека для здоров'я людей і функціонування геосистем (концентрації забруднюючих речовин у приземному шарі повітря не перевищують гранично-допустимі рівні). Для досягнення цієї мети необхідно забезпечити очищення викидів із стаціонарних і пересувних джерел до нормативних рівнів, а також видалення із атмосферного повітря забруднюючих речовин, у першу чергу за допомогою зелених насаджень. У населених пунктах площа зелених насаджень (сквери, парки, насадження уздовж вулиць тощо) повинна бути не менше 10 м² на одного жителя.

У зв'язку з необхідністю подолання екологічного ризику забруднення атмосферного повітря необхідно визначити параметри асиміляційної спроможності навколишнього середовища (біо-

сфери) до CO₂, CO, SO₂ та інших газів, а також встановити такі ліміти на викиди забруднюючих речовин, за яких не перевищуються максимально допустимі для людей і живих організмів рівні забруднення приземного шару атмосферного повітря (принцип прийнятності ризику), не знижується асиміляційна спроможність біосфери. Для зв'язування 12,8 млн. тонн CO₂, який щорічно викидається в атмосферне повітря в досліджуваному регіоні необхідно додатково створити 1,2 млн. га лісів різного цільового призначення, у тому числі „енергетичних лісів” для одержання біотичного палива.

Забруднення водних геосистем. Вода є природним ресурсом, без якого неможливе життя людини, розвиток промисловості, енергетики, водного транспорту, ведення сільського і рибного господарства, забезпечення відпочинку, а також існування видів рослинного і тваринного світу. На сучасному етапі вода (її кількість і якість) розглядається як найбільш важливе не заміниме природне багатство і як лімітуючий фактор соціально-економічного розвитку.

Водні ресурси зосереджені у природних і антропогенних водних геосистемах. *Природні водні геосистеми* – це однорідні за походженням та історією розвитку водні об'єкти (річки, озера, болота) або їх частини з прилеглою до них береговою зоною (прибережною смугою), що характеризуються певним гідрологічним і гідрохімічним режимом, мають єдиний геологічний фундамент, однаковий склад донних відкладів та фітоценозів, які не змінені господарською діяльністю людини [19, 22]. *Антропогенні водні геосистеми* – це штучно створені людиною водні об'єкти (ставки, водосховища, канали) із при-

леглою до них береговою зоною (прибережною смугою), а також річки, озера і болота стан, склад і властивості яких тією чи іншою мірою змінені внаслідок діяльності людини (дамби, берегоукріплення, греблі, спрямлення русел, водозабори, скидання зворотних вод тощо).

Природні і антропогенні водні геосистеми мають певний *екологічний потенціал* – сукупність ресурсів (кількість води, ресурси живих водних організмів, кінетична енергія) і корисних функцій (водопостачання, рекреаційні, естетичні), які може використовувати людина без негативного впливу на стан водних геосистем.

В основу водогосподарської політики на території України покладена стратегія екологічної безпеки водних геосистем, яка полягає у зменшенні екологічного ризику забруднення поверхневих і підземних вод, збереженні і відновленні екологічного потенціалу водних геосистем [4, 10, 22]. Проблема полягає у вирішенні протиріччя: господарська діяльність людини є основним фактором деградації водних геосистем внаслідок виснаження водних ресурсів та забруднення вод і в той же час постійно зростає потреба у безпечній для здоров'я людини і живих організмів чистій воді. У зв'язку з цим необхідно вживати заходи для зменшення ризиків виснаження водних ресурсів і забруднення водних геосистем.

Регіон Українських Карпат і прилеглих територій багатий водними ресурсами, які складаються із ресурсів річкового стоку, запасів підземних вод та об'ємів води у ставках і водосховищах. Середньорічний об'єм води загального річкового стоку, який формується у 30 940 річках складає 38,5 млрд. м³, місцевого стоку – 18,6 млрд. м³, що становить відповідно 44 % і 35 % річкового стоку України (табл. 4).

У Карпатському регіоні зосереджено 10 % прогнозних і 14 % експлуатаційних запасів підземних вод України. Прогнозні запаси підземних вод – 2 119 млн. м³/рік; експлуатаційні запаси – 753 млн. м³/рік. Найбільші запаси підземних вод у Львівській області, найменші – у Чернівецькій (табл. 4).

Значні об'єми ресурсів поверхневих вод зосереджені в антропогенних водних геосистемах (ставках, водосховищах). Загальна кількість ставків – 3049 одиниць, водосховищ – 40 одиниць. Запас води в них складає відповідно 170 і 3 177 млн. м³ (табл. 4), який використовується для виробничих потреб (Новодністровське, Бурштинське і Чечвинське водосховища), рекреації, риборозведення, ведення аграрного виробництва тощо.

В Івано-Франківській і Чернівецькій областях для водопостачання використовується переважно вода з поверхневих водних об'єктів (річок) –

відповідно 92 і 72 % від загального забору води, у Закарпатській і Львівській областях – із підземних джерел (табл. 5). На господарсько-питні потреби щорічно використовується 122 млн. м³ води, на виробничі – 131 млн. м³, сільськогосподарські потреби – 69 млн. м³. Значними є втрати води при транспортуванні – 83,7 млн. м³, що становить 16,1 % від забраного об'єму води (табл. 5). За останні 20 років використання води на виробничі і сільськогосподарські потреби значно зменшилось, а використання води на господарсько-питні потреби зростає.

З поверхневих водних геосистем щорічно забирається 236 млн. м³ води (1,3 % об'єму місцевого стоку і 0,6 % загального річкового стоку). Забір води з підземних джерел становить 232 млн. м³/рік (30,8 % експлуатаційних запасів). Враховуючи, що екологічно безпечним є використання ресурсу, яке не перевищує 10 % його загальної кількості (правило десяти процентів) [24, с. 386], забір води з підземних джерел у Закарпатській, Львівській і Чернівецькій областях, який становить відповідно 19, 37 і 36 відсотків експлуатаційних запасів, оцінюється як екологічно небезпечний, оскільки може призвести до виснаження запасів підземних вод.

Стік річок (об'єм води) значно змінюється протягом року. 50 % від загального річного об'єму води стікає під час весняного водопілля та 10-12 дощових паводків за 60-70 днів. Впродовж останніх 290-300 днів формуються літньо-осінні та зимові меженні періоди з невеликими витратами (об'ємами) води. У зв'язку з цим на річках, які використовуються як джерела водопостачання, або як об'єкти, у які скидаються зворотні води у меженні періоди значно знижується екологічний потенціал, виникають проблеми дефіциту води для водопостачання і для розведення скинутих у річки зворотних вод. Крім цього, у меженні періоди значно знижується самоочищуюча здатність річкових вод. Тому зміни гідрологічного режиму рік, які є наслідком глобальних змін клімату, повинні обов'язково враховуватися при плануванні водопостачання населених пунктів, обґрунтуванні необхідного ступеня очищення зворотних вод і гранично-допустимих скидів. Виникає необхідність реконструкції існуючих очисних споруд з метою підвищення їх ефективності в очищенні зворотних вод і зниження екологічного ризику забруднення водних геосистем.

Для реалізації зазначеної мети можуть використовуватися «Установка для компостування осаду стічних вод «Біокомпостер-33»» [18] та «Комплексний фільтр для очищення стоків «Мобіфільтр-23»» [17].

Таблиця 4

Водні ресурси в регіоні Українських Карпат і прилеглих територій

Адміністративні утворення (область)	Річковий стік			Підземні води, млн. м ³ /рік		Ставки		Водосховища	
	кількість річок, шт.	об'єм стоку, млрд. м ³ /рік		прогнозовані запаси	експлуатаційні запаси	кількість, шт.	об'єм, млн. м ³	кількість, шт.	об'єм, млн. м ³
		місцевого	загального						
Закарпатська	9429	7,9	13,3	399	124	59	8,7	9	42,6
Львівська	8950	4,9	5,7	1330	470	1220	86,9	24	84,0
Івано-Франківська	8321	4,6	9,4	270	100	620	31,0	3	15,4
Чернівецька	4240	1,2	10,1	120	59	1150	43,9	4	3035,5
Всього по регіону	30940	18,6	38,5	2119	753	3049	170,5	40	3177,5
Україна	63119	53,0	87,1	21181	5366	28764	3345,0	1160	29503,0

Таблиця 5

Забір, використання і втрати води (складена за даними [7-9, 15])

Адміністративні утворення (область)	Забрано води з водних об'єктів, млн. м ³			Використано води на потреби, млн. м ³			Втрати води при транспортуванні	
	всього	у тому числі:		господарсько-питні	виробничі	сільськогосподарські потреби	млн. м ³	% до забраної
		з поверхневих водних об'єктів	з підземних джерел					
Закарпатська	42,4	17,9	24,5	14,24	4,83	3,10	8,55	20,1
Львівська	250,0	71,8	178,2	78,29	46,47	30,94	56,43	22,5
Івано-Франківська	97,3	89,5	7,8	19,39	56,52	0,42	9,26	9,5
Чернівецька	78,6	57,0	21,6	10,26	23,46	34,69	9,52	12,1
Разом по регіону	468,3	236,2	232,1	122,18	131,28	69,15	83,76	16,1

Ступінь екологічного ризику забруднення водних геосистем визначається кількістю зворотних вод і забруднюючих речовин, які надходять із *стаціонарних точкових джерел* (очисні споруди, золовідвали, терикони, кар'єри, полігони твердих побутових відходів), а також із *дифузних джерел* (поверхневий стік з сільськогосподарських угідь, доріг, територій підприємств і населених пунктів).

З очисних споруд у річки щорічно скидається 418,6 млн. м³ зворотних вод, з якими надходить 287,4 тис. тонн забруднюючих речовин – органічні сполуки, азот амонійний, нітрати, фосфати, сульфати, феноли, формальдегіди, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини тощо (табл. 6).

Основним методом зниження екологічного ризику забруднення водних геосистем стаціонарними джерелами є очищення зворотних вод на очисних спорудах. Існуючі очисні споруди не забезпечують очищення зворотних вод до нормативних показників. Однак, навіть досконалі очисні споруди не вирішують повністю проблеми охорони водних геосистем від забруднення. Ступінь очищення зворотних вод на 90 % вважається високим, але, при цьому, 10 % забруднюючих

речовин скидається у водні геосистеми. Залишкові забруднення сумарно можуть досягати такої величини, що самоочисна здатність води, особливо у меженні періоди, не забезпечує необхідну нормативну *якість води* – сукупність хімічних і біологічних характеристик, а також фізичних властивостей, що визначають придатність води для певного виду водокористування (рибогосподарського, господарсько-питного, культурно-побутового).

Переважаюча кількість забруднюючих речовин скидається у річки Уж, Латориця, Тиса (Закарпатська область), Полтва, Стрий, Тисмениця (Львівська область), Бистриця, Дністер, Прут, Ворона, Саджава (Івано-Франківська область), Дністер, Прут, Сірет (Чернівецька область) з очисних споруд Ужгорода, Мукачева, Львова, Дрогобича, Стрия, Жидачева, Червонограда, Івано-Франківська, Калуша, Коломиї, Долини, Чернівців (табл.6). Нижче випуску зворотних вод *якість води* у річках погіршується внаслідок підвищення концентрацій органічних речовин, азоту амонійного, нітратів, фосфатів, синтетичних поверхнево-активних речовин, особливо у меженні періоди (сезонні цикли).

Скидання зворотних вод і забруднюючих речовин у водні геосистеми (річки)

Адміністративні утворення (область)	Назва водокористувача	Річка	Об'єм скинутих зворотних вод, млн. м ³	Кількість скинутих забруднюючих речовин, тонн
Закарпатська				
Всього			43,12	22 315
у тому числі:	ВУВКГ, м. Ужгород	Уж	24,20	13 217
	ВУВКГ, м. Мукачево	Латориця	10,00	7 148
	ВУЖКГ, м. Чоп	Тиса	0,26	207
	ВУЖКГ, м. Виноградів	Тиса	0,25	379
	ВУВКГ, м. Берегово	канал Верке	0,47	415
Львівська				
Всього			230,30	198 000
у тому числі:	ЛМКП „Львівводоканал”	Полтва	159,70	154 658
	КП «Дрогобичводоканал»	Тисмениця	24,20	23 360
	КП „Стрийводоканал”	Стрий	3,30	2 888
	ТОВ „Трускавецьводоканал”	Ворогища	0,67	588
	ВАТ ЖЦПК, м. Жидачів	Стрий	7,06	3 081
	КП „Червоноградводоканал”	Рата	4,55	5 365
Івано-Франківська				
Всього			92,40	51 840
у тому числі:	КП „Івано-Франківськводокотехпром”	Бистриця	37,00	21 824
	КП „Коломияводоканал”	Прут	6,36	3 403
	ПрАТ «Лукор»	Дністер	11,20	7 340
	АТ „Нафтохімік Прикарпаття”	Ворона	3,40	1 617
	ТзОВ „Уніплит”	Саджава	1,04	427
	Долинське ВУВКГ	Саджава	1,31	585
Чернівецька				
Всього			52,75	15 220
у тому числі:	ДКП „Чернівціводоканал”	Прут	18,47	12 020
	ДКП „Чернівціводоканал”	Дністер	3,05	750
	Тепловодоканал, м. Новодністровськ	Дністер	2,00	510
Всього по регіону			418,57	287 375

До стаціонарних джерел забруднення водних геосистем належать також золо відвали, кар'єри, терикони та полігони твердих побутових відходів (ТПВ). Води, які стікають з цих об'єктів, особливо фільтрат з полігонів ТПВ, містять специфічні речовини, які забруднюють поверхневі і підземні води.

Значна кількість забруднюючих речовин (тверді частки, сполуки азоту, фосфору і калію, пестициди) надходить у водні геосистеми з дифузних джерел. Об'єми поверхневого стоку і кількість у них забруднюючих речовин значно перевищують ті, що надходять із стаціонарних джерел. У цьому контексті надзвичайно важливою проблемою є зменшення екологічного ризику забруднення малих річок (довжина до 10 км, річки І і II порядків), які формують водність і якість води великих річок. Малі річки є першим і дуже вразливим (внаслідок низького потенціалу самоочищення) елементом гідрографічної мережі

річкового басейну. Гідрологічний режим і якість води в них у значній мірі залежать від структурно-функціональної організації території їх водозборів (співвідношення лучних, польових, лісових і водних геосистем). Внаслідок пріоритетного використання земель для ведення аграрного виробництва відбулась антропогенна модифікація природних геосистем у річкових басейнах, результатами якої є значне зростання площі агрогеосистем (польових, лучних, садових), особливо орних земель і зменшення площі лісових геосистем.

Незбалансоване співвідношення між геосистемами на водозборах обумовило зростання об'ємів поверхневого стоку і розвиток водно-ерозійних процесів і, як наслідок, винос у водні геосистеми (річки, ставки, водосховища) значної кількості продуктів ерозії ґрунтів (мулисті частки), органічних речовин і біогенних елементів (азоту, фосфору і калію), які спричиняють замулювання

водних геосистем і забруднення води в них. Із внесених під посіви сільськогосподарських культур у досліджуваному регіоні 42,2 тис. тонн азотно-фосфорно-калійних мінеральних добрив близько 20 % (8,5 тис. тонн) щорічно виноситься поверхневим стоком у малі річки, які дренують агрогеосистеми.

Висновки. В результаті комплексного аналізу екологічних ризиків забруднення геосистем в регіоні Українських Карпат і прилеглих територій встановлено:

– основними джерелами забруднення атмосферного повітря є викиди стаціонарних джерел підприємств енергетики (Бурштинська і Добротвірська ТЕС) і тепlopостачання (підприємства «Теплокомуненерго»), а також пересувні джерела (автотранспорт);

– до територій з *дуже низьким ступенем* ризику забруднення приземних шарів атмосферного повітря відносяться гірські території; *низький ступінь* екологічного ризику забруднення атмосферного повітря у передгір'ях; *високий ступінь* – у зонах впливу Бурштинської і Добротвірської ТЕС та Червоноградського гірничо-промислового району; *дуже високий* – у великих містах (переважно за рахунок викидів автотранспорту);

– існуючі очисні споруди (стаціонарні джерела) не забезпечують очищення зворотних вод до норм гранично-допустимих скидів, що є причиною скидання значної кількості (287,3 тис. тонн/рік) забруднюючих речовин у водні геосистеми і, як наслідок, забруднення вод на ділянках річок нижче скидання зворотних вод; забруднення водних геосистем (особливо малих річок) відбувається також внаслідок надходження забруднюючих речовин з поверхневим стоком із сільськогосподарських угідь, доріг, населених пунктів (дифузні джерела).

Для зменшення (мінімізації) екологічних ризиків забруднення атмосферного повітря і водних геосистем необхідно:

– забезпечити ефективне очищення димових газів на Бурштинській і Добротвірській ТЕС шляхом заміни (реконструкції) електрофільтрів і встановлення обладнання сіркоочистки;

– перевести невеликі котельні на біотичне паливо (дрова, відходи переробки деревини);

– удосконалити схеми руху автотранспорту, покращити стан автомобільних доріг, проводити належне прибирання і полив вулиць у містах;

– збільшити площу лісів різного цільового призначення на 1,2 млн. га для зв'язування (депонування) вуглекислого газу;

– провести планування (конструювання) гідрологічної структури території басейнів річок,

яке забезпечує збереження і відновлення водності річок, зменшення об'ємів поверхневого стоку як фактора забруднення водних геосистем.

Список літератури

1. Адаменко О.М. Комп'ютеризована система екологічної безпеки Центральної та Східної Європи // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – № 2 (4). – С. 4-10.
2. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды / В.И. Артамонов. – М.: Наука, 1986. – 172 с.
3. Багров М.В. Землезнавство: підручник / М.В. Багров, В.О. Боков, І.Г. Черваньов; за ред. П.Г. Шищенка. – К.: Либідь, 2000. – 462 с.
4. Водний Кодекс України [Електронний ресурс] / Режим доступу: [Zakon.rada.gov.ua](http://zakon.rada.gov.ua). <http://kodeksy.org.ua/vodn/index.htm>
5. Голубець М.А. Екологічна ситуація на північно-східному макросхилі Українських Карпат / [М.А. Голубець та ін.]; за ред. М.А. Голубця. – Львів: Поллі, 2001. – 162 с.
6. Горбулін В.П. Засади національної безпеки України / В.П. Горбулін, А.Б. Качинський. – К.: Інтертехнологія, 2009. – 269 с.
7. Довкілля Буковини у 2010 році. Статистичний збірник. – Чернівці: Головне управління статистики у Чернівецькій області, 2011. – 140 с.
8. Довкілля Івано-Франківщини у 2010 році. Статистичний збірник. – Івано-Франківськ: Головне управління статистики у Івано-Франківській області, 2011. – 152 с.
9. Довкілля Львівщини. Статистичний збірник. – Львів: Головне управління статистики у Львівській області, 2011. – 54 с.
10. 10 Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [Електронний ресурс] / Режим доступу: Zakon.rada.gov.ua.
11. Запольський А.К. Основи екології: підручник / [А.К. Запольський, А.І. Салюк]; за ред. К.М. Ситника. – К.: Вища школа, 2001. – 358 с.
12. Іванов Є. Геохімічне забруднення ґрунтів підприємствами вугільної промисловості (на прикладі шахти «Зарічна») / Є. Іванов, О. Яцух, Н. Лобанська / Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія. Спеціальний випуск: Стале природокористування: підходи, проблеми, перспектива. – Тернопіль: СМП «Тайп», 2010. – № 1 (випуск 27). – С. 241-245.
13. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення / А.Б. Качинський. – К.: НІСД, 2001. – 312 с.
14. Лісовський С.А. Суспільство і природа: баланс інтересів на теренах України: монографія / С.А. Лісовський. – К.: [б. в.], 2009. – 296 с.
15. Навколишнє середовище та використання природних ресурсів у Закарпатській області. Статистичний збірник. – Ужгород: Головне управління статистики у Закарпатській області, 2011. – 54 с.
16. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році. – К.:

- Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с.
17. Патент України на винахід (корисну модель) 11516. Комплексний фільтр «Мобіфільтр-23» для очищення стоків від забруднень з підвищеною екологічною небезпекою / Приходько М.М., Курилюк М.С., Сагалевич А.М., Курилюк А.М., Циганков І.Ю.; заявка № у 2010 1156.
 18. Патент України на винахід (корисну модель) 11518. Установа для компостування осаду стічних вод з підвищеною екологічною небезпекою Біокомпостер-33 / Приходько М.М., Курилюк М.С., Сагалевич А.М., Курилюк А.М., Циганков І.Ю.; заявка № у 2010 1158.
 19. Петлін В.М. Концепція сучасного ландшафтознавства / В.М. Петлін. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2006. – 351 с.
 20. Приходько М.М. Регіональні геоекологічні дослідження і раціональне природокористування (на прикладі Івано-Франківської області): монографія / М.М. Приходько. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2006. – 245 с.
 21. Приходько М.М. Екобезпека природних і антропогенних геосистем: проблеми, цілі, пріоритети // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: географія. Спеціальний випуск: стале природокористування: підходи, проблеми, перспектива. – Тернопіль: СМП «Тайп», 2010. – № 1 (випуск 27). – С. 219-225.
 22. Приходько М.М. Стратегічні цілі екологічної безпеки водних ресурсів // Український географічний журнал. – К.: Академперіодика, 2010. – № 3. – С. 36-43.
 23. Приходько М.М. Конструктивно-географічні засади збалансованого ресурсокористування як фактора екологічної безпеки геосистем // Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць. Вип. 553-554: Географія. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. – С. 88-93.
 24. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
 25. Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові і методичні основи): монографія / Г.І. Рудько, С.В. Гошовський. За ред. Г.І. Рудька. – К.: ЗАТ «Нічлава», 2006. – 464 с.
 26. Рудько Г.І. Конструктивна геоекологія: наукові основи та практичне втілення / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – К.: ТОВ Маклаут, 2008. – 320 с.
 27. Рудько Г.І. Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – К.: Академпрес, 2009. – 511 с.
 28. Смит Р.Л. Наш дом планета Земля / Р.Л. Смит. – М.: Мысль, 1982. – 383 с.
 29. Фурдичко О.І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: навчальний посібник / О.І. Фурдичко, В.П. Славов, А.П. Войницький. – К.: Основа, 2008. – 360 с.
 30. Яковлев Є.О. Вплив сучасного ресурсокористування на формування еколого-техногенних загроз національній безпеці України // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – № 1 (3). – С. 16-25.

Приходько Н.Н. **Экологические риски загрязнения окружающей среды и геосистем в регионе Украинских Карпат и прилегающих территорий.** Изложены результаты пространственного распространения экологических рисков загрязнения геосистем и их компонентов, формирующих окружающую среду в регионе Украинских Карпат и прилегающих территорий. Проанализированы количества выбросов и сбросов загрязняющих веществ в атмосферу и поверхностные водные объекты; дана характеристика территориального распределения загрязнений в исследуемом регионе.

Ключевые слова: экологические риски, загрязнение, окружающая среда, геосистемы.

Prykhodko M.M. **Ecological risks of pollution of geosystems in the region of Ukrainian Carpathians and adjacent territories.** This abstract elucidates the results of spatial expansion of ecological risks of pollution of geosystems and their components that form the environment in the region of Ukrainian Carpathians and adjacent territories. There were analyzed the volumes of emissions and releases of polluting substances into air and superficial water reservoirs and also was characterized the territorial distribution of pollution in the region under study.

Key words: ecological risks, pollution, environment, geosystems.