

УДК 504.03:504.064.2

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.69746

ХІМІЧНИЙ СКЛАД АНТРОПОГЕННОГО КРУГООБІГУ

© Л. П. Осаул, Л. М. Незгода, О. В. Капіган

У статті показано особливості хімічного складу антропогенного кругообігу. Відзначено внесок галузей промисловості у антропогенний кругообіг. Показано шкідливий вплив на оточуюче середовище, рослинний і тваринний світ та здоров'я людей, втягнутих до кругообігу хімічних речовин. Показано, що техногенний колооборот здійснюється шляхом ресурсного циклу, який супроводжується накопиченням відходів виробництва різного хімічного складу та різної шкідливості у оточуючому середовищі, визначаючи стан довкілля

Ключові слова: хімічні речовини, небезпечні сполуки, антропогенний кругообіг, стійкі органічні забрудники, здоров'я

The paper offers a sketch of antropogenic cycle chemical composition. The paper considers industrial development as the key factor of antropogenic cycle irreversible transforming. The industries' harmful impact on environment, human health, flora and fauna involved in antropogenic cycle are the main concern of the paper. It is pointed out that technogenic cycle is carried out by the resource cycle, which is accompanied by the accumulation of waste products of different chemical composition and of different harm to the environment and determines the environmental setting

Keywords: chemical substances, dangerous compounds, antropogenic cycle, persistent organic pollutants, health

1. Вступ

До ХХ століття вплив людини на збалансованість процесів у біосфері не призводив до відчутних змін екологічної ситуації. Але з бурхливим розвитком промисловості, появою нової глобальної матеріальної системи, яку називають техносферою, збільшилася кількість відходів промислових підприємств, що засмічували оточуюче середовище хімічними та іншими шкідливими речовинами. Потрапляючи у повітря, воду, ґрунти, вони втягувалися у біологічні колооберти, спричиняючи появу невідомих хвороб людини та тварин, змінюючи ландшафти, на які чинили непоправний вплив. Якщо кругообіг речовин і енергії в біосфері сягає 99 %, то в техносфері він ледве входить у 10 %. Поява нових хімічних речовин, особливо синтетичних полімерів, що не перетравлюються редуцентами, обмежує колооберти хімічних сполук у довкіллі. Досить стійкі хімічні речовини, не будучи життєво необхідними, легко накопичуються в живих організмах і передаються харчовими ланцюжками за принципом десятикратного перевищення у кожній новій ланці ланцюга, створюючи нагальну загрозу не тільки здоров'ю людини та тварин, а й самому їх існуванню.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Аналіз міжнародних статистичних даних, що обіймають інформацію по забрудненню хімічними речовинами оточуючого середовища [1–27], результати власних польових та лабораторних досліджень [1, 10, 14, 23] розкривають проблеми, які виникають внаслідок цього. Чверть населення планети вмирає через забруднене повітря (дані ВООЗ). Через накопичення пестицидів гинуть корисні організми, птахи втрачають здатність висиджувати пташенят (сапсани, американська популяція, Європейська (Комітет захисту тварин)). Огляд міжнародної інформації посприяв визначенню обсягів хімічних речовин, що надходять у довкілля під час антропогенного кругообігу.

Аналіз польових досліджень забруднення ґрунтів південного сходу України важкими металами створює необхідність визначення пріоритетних забруднювачів у цьому регіоні та їх впливу на продуктивність рослинництва, особливо зернові культури [1, 14].

3. Мета та задачі дослідження

Метою даного дослідження є узагальнення хімічного складу антропогенного кругообігу, його роль

у біогенному колооберті біосфери та використання отриманих даних в підготовці інженерів технічних спеціальностей університету. Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- 1) визначити участь хімічних речовин антропогенного походження в ресурсному циклі техносферного обміну речовин;
- 2) показати хімічний склад антропогенного кругообігу;
- 3) визначити пріоритетні забрудники довкілля та їх вплив на довкілля та здоров'я людей;
- 4) встановити залежність стану довкілля від використання нових засобів захисту рослин;
- 5) показати, як впливає міграція лікувальних препаратів в оточуючому природному середовищі на тваринний та рослинний світ.

4. Особливості хімічного складу антропогенного кругообігу

З відомих сьогодні хімічних елементів близько третини є такими, що у мікро- та макрокількостях необхідні живим організмам сучасної біосфери. Ре-

човини, що утворює і викидає у довкілля техносфера, створюють серйозну загрозу самому існуванню життя на нашій планеті [25–27].

Гази, пил, що потрапляють з хімічних, металургійних, гірничодобувних підприємств, під час роботи автомобільного транспорту, накопичуючись у атмосферному повітрі стають джерелом кислотних опадів – сніг, град, дощі (рис. 1).

Такі чинники, як переміщення повітряних мас дозволяють атмосфері перебувати у стані динамічної рівноваги. За своїм складом і властивостями атмосфера надзвичайно чутлива до забруднень. Навіть у невеликій кількості вони можуть значно змінити її властивості [12].

Внаслідок промислової діяльності у колооберт залучаються оксиди Сульфуру і Нітрогену. Окислюючись у атмосфері, вони розчиняються у волозі атмосфери і перетворюються на дрібні краплинки, схожі на туман. Повітряні потоки переносять їх на значні відстані. Разом з дощем вони створюють кислотні опади і потрапивши на поверхню Землі, спричиняють шкоду довкіллю [13, 18].

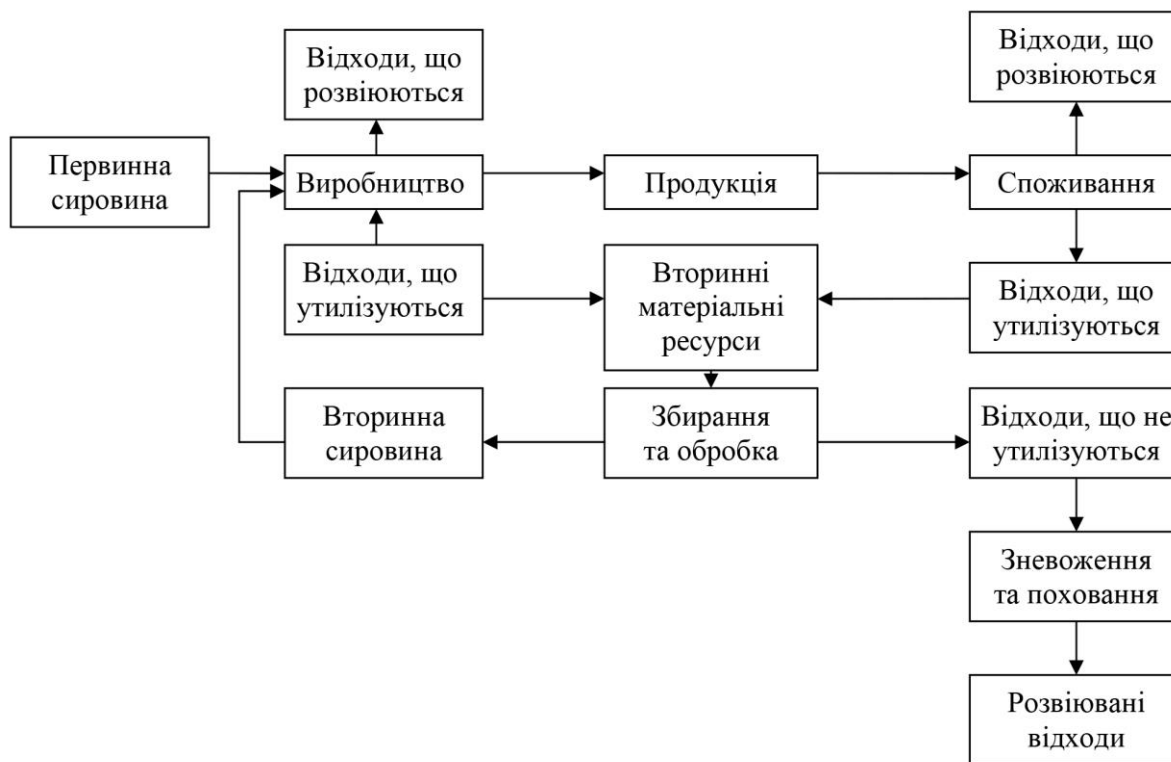


Рис. 1. Техногенний кругообіг речовин

Шляхи надходження СульфурIV-оксиду різні: це й продукти спалювання викопних палив та мазутів, неконтрольовані викиди підприємств кольорової металургії, це й утворення в процесі життєдіяльності морських організмів газу диметилсульфіду, який, потрапивши в атмосферу, окислюється сильними окисниками, що призводить до утворення SO_2 та декількох інших продуктів. Розмежувати гази, що утворилися різним шляхом не можливо, вони роблять сумарний внесок у забруднення атмосфери, існуючи як у формі газу, так і у вигляді дощу та хмар. Укрупельках SO_2 досить швидко окислюється у SO_3 , створюючи сильну кислоту H_2SO_4 .

Механізм цих перетворень відомий, він описаний у різних літературних джерелах низкою авторів [11, 14]. Крім сполук Сульфуру є й інші речовини, наприклад HNO_3 , і деякі інші розчинні сполуки. Це залежить від регіонів, де утворюються подібні речовини. За статистичними даними Головного Управління статистики у Запорізькій області від стаціонарних джерел забруднення за галузями чорна і кольорова металургія, теплоенергетика, хімія, машинобудування на долю СульфурVI-оксиду припадає 40 % (83,449 тис. т), а Нітроген(IV)оксиду – 15,1 % (30,773 тис. т). Спостережень за транскордон-

ним забрудненням атмосферного повітря на території Запорізької області не проводиться [11].

Підвищення кислотності дощових опадів відбувається в масштабах всієї планети. Кислотні сніги завдають ще більшої шкоди ніж дощі, бо призводять до значного закислення ґрунту, підвищення рухомості іонів важких металів, які засвоюються рослинами і блокують надходження таких важливих елементів, як Фосфор. Закисленість ґрунту знижує швидкість розкладання органічних решток. Через необхідність нейтрального середовища більшості редуцентів знищується продуктивність азот фіксуючих бактерій, а деякі взагалі гинуть при значеннях рН<5.0.

Незважаючи на те, що люди намагаються знизити масштаби забруднення, загроза знищення оточуючого середовища не зменшується [28–31]. Кислотні дощі чинять негативну дію на водойми, підвищуючи їх кислотність до такого рівня, що спричиняє загибель рослинних та тваринних організмів. Загибель рослин у водоймі позбавляє їхні крупних тварин – мешканців водойми. При рН=6 гинуть прісноводні

креветки, а при підвищенні кислотності водою гинуть донні бактерії, які розкладають органічні речовини та листя й органічне сміття, що накопичується на дні. Потім гине планктон і коли рН досягає 4.5, гине вся риба, більшість жаб та комах (дані Комітету охорони природи ООН). Підвищена кислотність водою призводить або до загибелі ембріонів водних тварин, або до виникання різноманітних мутацій.

5. Результати досліджень та їх обговорення

Чутливість водою до кислотних дощів залежить від хімічного складу порід та ґрунту, що утворюють дно та береги водою. Якщо породи – карбонати, вони нейтралізують дію кислотних опадів і підтримують значення рН стабільним [6].

За хімічним складом забруднюючі речовини є пріоритетними для різних регіонів. Наприклад, по Запорізькій області пріоритетними речовинами-забрудниками повітря є Нітроген IV-оксид, феноли, флуорид Гідрогену, сірководень, СульфурIV-оксид, КарбонIV оксид, формальдегід (табл. 1) [11].

Таблиця 1

Найбільші середні і максимальні концентрації забруднюючих речовин (в кратності ГДК) в атмосферному повітрі м.Запоріжжя

Забруднююча речовина	ГДК, мг/м ³		Середня концентрація ***	Максимальна з разових концентрацій***
	Максимально разова	Середньодобова		
Пил (завислі речовини)	0,50	0,15	0,7	2,00
Двооксид сірки	0,50	0,05	0,2	0,04
Двооксид азоту	0,20	0,04	2,3	2,80
Оксид азоту	0,40	0,06	1,2	0,70
Оксид вуглецю	5,00	3,00	0,7	1,40
Формальдегід	0,035	0,003	1,7	0,50
Фенол	0,01	0,003	2,0	2,10
Фтористий водень	0,02	0,005	0,2	0,30
Хлористий водень	0,20	0,20	0,2	0,70
Розчинені сульфати	–	–	–	–
Сірководень	0,008	–	–	1,00

Примітка: *** – в кратності ГДК

Джерело за статистичними даними [11]

Причини, що призводять до подібної ситуації, різноманітні. Це множина підприємств (240) практично всіх галузей індустрії, що створюють надзвичайно інтенсивне навантаження на різні райони міста, різноманітність хімічних сполук (150), які викидаються в атмосферу міста. Багато з них відносять до 1-2 класів небезпеки (двоокис марганцю, бенз-а-пірен, сполуки хрому, свинцю). Крім того місто розташоване у кліматичних умовах, несприятливих для розсіювання шкідливих викидів, які накопичуються у житлових районах міста. Основний промвузол розташовується з навітряного боку від житлових районів, що веде до їхньої загазованості. Сучасні екологічні вимоги не можуть виконуватись через застарілі технології і устаткування основних підприємств міста (понад 70 років) [11].

Не тільки зовнішня атмосфера вулиці, а й атмосфера житла може бути джерелом шкідливих для здоров'я людини сполук. Понад 150 різновидів хімічних сполук – продуктів життєдіяльності людини,

щохвилини потрапляють разом з повітрям, що видихаємо, у помешкання. Експерти Всесвітньої організації охорони здоров'я виявили, що чоловік, який мешкає у місті, перебуває у приміщенні 21–22 години. Для жінок цей показник сягає 23 години. У останній чверті XX ст. Міжнародний Центр Якості Середовища Мешкання і Енергозбереження довів, що низька якість внутрішнього повітря у помешканнях є причиною виникання так званого СНБ – Синдрому Нездорової Будівлі (Sick Building Syndrome). Вперше ефект СНБ був зафіксований наприкінці 1970-х років. Таке словосполучення почали використовувати лікарі у ситуаціях, коли люди, що перебувають у помешканнях, починали погано себе почувати, але при цьому не вдавалося виявити жодного відомого захворювання, яке могло б спричинити такий стан. Фахівці вважають, що головною причиною виникнення СНБ є різноманітні хімічні речовини, які виділяються у закритих помешканнях, накопичуються в них і негативно впливають на здоров'я людей. Їх концентрація

може бути невеликою, а дози – субтоксичними, тобто "гомеопатичними", що на сам кінець призводить до появи цілого букету мало специфічних симптомів, які лікарі описують як СНБ.

Таким чином, і внутрішня атмосфера житла, і зовнішня атмосфера – атмосферне повітря, забруднені викидами, створюють небезпеку здоров'ю людини.

Які ж хімічні проблеми виникають в атмосферному повітрі внаслідок забруднення його шкідливими викидами? У атмосфері безперервно відбуваються процеси трансформації домішок, перетворення їх на довгоіснуючі (CO_2) або коротко існуючі (SO_2 , NO_2 , SO_3) сполуки. Більшість газоподібних домішок, що потрапляє до атмосфери з викидами, знаходиться у відновленій формі чи у формі оксидів з низьким ступенем окиснення. Повертаючись до поверхні землі, вони мають високий ступінь окиснення (сульфатна або нітратна кислоти, їх солі), бо атмосфера – гігантська окиснювальна система з великою кількістю природного окисника – Оксигену. Окиснення домішок у тропосфері може відбуватися або безпосередньо у газовій фазі ($\text{CO} + \text{HO}^0 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}^0$), у розчині ($2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2$) або на поверхні зв'язаних у повітрі твердих частинок. На поверхні частинок сажі поблизу джерел забруднення в сильно забрудненій атмосфері може відбуватися каталітичне окиснення Сульфуру, яке у будь-якому з шляхів завершується утворенням H_2SO_4 : $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$. Ці процеси вже добре вивчено. Розрахунки швидкості перетворення SO_2 в атмосфері свідчать, що кількість

сульфатної кислоти в атмосферному повітрі сягає максимуму через 10 годин після викиду, а сульфатів – через 30–40 годин. 50 % SO_2 , що потрапляє з викидами до атмосфери, перетворюються протягом двох діб, а ще 50 % – протягом двох місяців, перемішуючись з повітряними масами [14, 18].

Важливими особливостями домішок в атмосфері є не тільки перенесення їх з зони викидів та хімічні перетворення і накопичення на ґрунті, рослинності, будівлях, транспортних засобах, сніговому покриві з наступним вимиванням компонентів ґрунту та аерозолів. Сніжний покрив міста поблизу промислового вузла має значну кількість сполук заліза. З 70-х років ХХ століття вже став очевидним вплив кислотних опадів на конструкційні матеріали, особливо за рахунок каталітичної дії домішок сажі, оксидів заліза, вологи, оксидів Нітрогену.

Однією з проблем, що виникають у зв'язку з антропогенним колообертом є накопичення парникових газів. Це водяна пара, КарбонІV оксид, приземний Озон, Нітроген(І)оксид, Метан та легкі неметанові органічні сполуки, які безпосередньо не належать до парникових газів, але внаслідок хімічних реакцій в атмосфері впливають на парниковий ефект (непряма дія). Загальний вміст парникових газів в атмосфері складає (ppm) CO_2 355, CH_4 1.75, NO_x 0.31, флуорхлорметанів 0.001. Встановлено, що концентрація цих газів щороку зростає і становить в атмосфері (у %) CO_2 – 0.5, NO_x – 1.0, CH_4 – 0.7, флуорхлорметанів 0.3 [12–14]. Їх вплив на підвищення температури поверхні Землі показано в табл. 2.

Таблиця 2

Вплив газів на підвищення температури поверхні Землі

Газ	Частка, %	Температура, °С	Вплив людини на вміст газів
Водяна пара	62,0	20,6	Дуже малий
Вуглекислий газ	21,8	7,2	Середній
Приземний озон	7,2	2,4	Невеликий
Оксид нітрогену (І)	4,2	1,4	Невеликий
Метан	2,6	0,8	Великий
Інші гази	2,2	1,7	Середній/великий
Разом	100,0	+33,1	

Джерело: [12–14].

У зв'язку з небезпекою, що може потягти за собою потепління поверхні Землі з явищем парникового ефекту, проводиться інвентаризація викидів на підставі Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані з протоколами про нього (КТЗВБР) [24].

Сторони конвенції звітують про свої річні викиди, повідомляють дані про забруднюючі речовини, дані про діяльність та будь-які оновлення у зв'язку з раніше наданими даними.

Інвентаризація викидів здійснюється в рамках Європейської програми співробітництва по моніторингу та оцінці переносу забруднюючих речовин на великі відстані.

Щорічні дані про викиди надаються до центру СМЕП по кадастрам та прогнозам викидів (ЦКПВ), що діють на базі Австрійської агенції з охорони оточуючого середовища.

Країни-партнери Східного регіону ЄІСП, по яких збирається інформація цільовою групою по інвентаризації та прогнозу викидів: Вірменія, Азербайджан, Республіка Беларусь, Республіка Грузія, Республіка Молдова, Російська Федерація, Україна.

Інвентаризація викидів здійснюється в рамках Європейської програми співробітництва по моніторингу та оцінці переносу забруднюючих речовин на великі відстані (ЕМЕП) ТЗВБР в галузі атмосферного моніторингу та моделювання інвентаризації викидів та прогнозів викидів, а також розробці моделей, щоб оцінити комплексно щорічні дані про викиди.

Вихідні дані про викиди надаються до центру ЕМЕП по кадастрам та прогнозам викидів (ЦКПВ), що діє на базі Umvelibundesant (Австрійська агенція з охорони довкілля). Основна задача ЦКПВ є збирання даних про викиди та прогнозах підкислюючих забруднювачів повітря, важких металів, твердих часточок

та фотохімічних оксидантів сторін Конвенції ТЗВБР, а також підготовка наборів даних як вхідних даних для моделей переносу на великі відстані. На центр викидів також було покладено задачу розглянути надані дані про викиди, щоб надавати допомогу сторонам покращити якість національних кадастрів.

Зараз центр працює з базою даних про викиди СЕК ООН/ЕМЕП (Web Daw), котра вміщує інформацію про викиди і прогнози всіх Сторін Конвенції ТЗВБР у вигляді окремих наборів даних:

- офіційні дані про викиди, надані сторонами;
- викиди, які використовуються у моделях ЕМЕП (невистачаючі дані про викиди);
- викиди з координатною прив'язкою та крупні точкові джерела (RTIM) та у Google Maps;
- офіційно зареєстровані дані про діяльність.

Наявність оксидантів в атмосфері, продуктів спалювання рідкого і твердого пального призводить до утворення оксиду Карбону (IV), оксиду Сульфуру (IV). За сприятливих погодних умов (низької температури та тривалій штиль) формується смог лондонського типу. Встановивши залежність появи такого смогу від низьки умов, особливо високої концентрації СО в Англії було прийнято закон, що обмежує виділення СО. Це надало змогу уберегтися від задухи, серцево-судинних хвороб в умовах зими 1972 р. Існує велика вірогідність формування фотохімічного смогу в умовах наявності великої кількості фотооксидантів – озон у приземному шарі повітря, органічні пероксиди, нітрати, нітриси, ПАН, оксиди Нітрогену, Карбону, вуглеводнів, альдегідів, кетонів, фенолів та ін. в умовах повного штилю та високій температурі (Лос-Анжелеський тип смогу). Появі такого смогу сприяли концентрація на невеликій території підприємств нафтохімічної, металургійної, хімічної, харчової промисловості та навантаження автотранспортними засобами в умовах високої ультра-фіолетової радіації. Смог типу лондонського (чорний) характерний для мст Атлантичного узбережжя. Однак є ризик утворення такого смогу і в містах України (Одеса, Маріуполь). Крім домішок, що сприяють формуванню смогів, до атмосфери потрапляють газуваті мікро домішки, які посилюють парниковий ефект. Це можуть бути пропелентні гази з аерозольних балончиків (фреони CCl_2F_2 , CCl_3F) та газ N_2O – продукт розкладання азотних добрив. Внесок екосистем до цього невідомий, це наслідки антропогенного колооберту [24–27].

Сьогодні зростає попит на біохімікати та нові фармацевтичні препарати. Нові штучні технології конкурують з натуральними продуктами, хоча у виробленні косметичних засобів, біологічної корекції, для догляду за тілом – використання натуральних продуктів зростає. Тисячі фармацевтичних фабрик поставляють на світовий ринок десятки мільйонів тон лікувальних препаратів. Сьогодні вчені медики вважають, що переважна більшість лікувальних препаратів виводяться з організму хворого у активній формі і практично не втрачають своїх властивостей. Це більшою мірою стосується антибіотиків та гормональних препаратів, які, крім того, мають тривалий час виведення з організму природнім шляхом (генто-

міцин – півроку). Потрапляючи з побутовими стоками до водойм, вони втягуються у колооберти. Наприкінці ХХ ст. німецькі хіміки Томас Хеберер і Ганс Юрген-Стан виявили у ґрунтових водах Німеччини та Швейцарії значні кількості лікувального препарату для зниження холестерину в крові. Невдовзі вони знайшли в річках, озерах та глибоких водоносних пластах й інші ліки. Це позначилося на організмах риб, алігаторів, птахів, вивірок. Стюарт Леви (Бостон, Центр адаптаційної генетики) виявив, що концентрації антибіотиків у ґрунтових водах в тисячі разів перевищують безпечну норму. У 1998 р. група дослідників з лабораторії Вісбадена зареєструвала в ґрунтових водах Німеччини понад тридцять лікувальних препаратів у небезпечних для здоров'я концентраціях. Це антибіотики, жарознижуючі ліки, болезнижуючі препарати. Всі ці хімічні досягнення з'являються у питній воді і це вже екологічна загроза світового рівня [5, 17, 23].

Створення штучних азотних добрив стало важливим чинником надзвичайного зростання виробництва продуктів харчування. Світове використання азотних добрив зросло за період 1960–2003 роки від 10.8 млн. т до 85,1 млн. т. Однак близько половини цих добрив може не засвоюватися на полях і потрапляти в оточуюче середовище через недоліки і недотримання кількості і способів їх внесення. Надмірні кількості азоту потрапляють з стічними водами з ланів до прісноводних і морських водойм, чим порушується біорізноманіття цих систем. Використання фосфорних добрив з 1960 р зросло втричі [17]. Використання його на фосфордефіцитних ґрунтах призвело до накопичення через стоки у водоймах, що, крім евтрофікації прісноводних водойм, знижує якість води, яку використовує людина, напуває свійських тварин, крупну рогату худобу.

Виробництво продуктів харчування найбільш відчуло використання нових технологій і засобів вирощування сільськогосподарських культур та свійських птахів і тварин. Йдеться про зростання врожаїв на гектар, а не на збільшення площ вирощування зернових, рису, кукурудзи та ін. Удосконалення сільського господарства на засадах нової агротехніки і селекції кардинально змінило підходи до вирощування рослин і тварин. У 60–70 роки ХХ ст. (період першої "Зеленої революції") відомий мексиканський селекціонер Норман Берлоуг вивів високоврожайний сорт пшениці "Мексикале". За період приблизно у 40 років з'явилися нові сорти кукурудзи, сої, рису, бавовнику, що дало значний поштовх розв'язання проблеми харчування у країнах, що розвиваються. Врожаї пшениці зросли на 208 %, рису на 109 %, маїсу на 157 %. Однак зросло і використання хімічних препаратів – вітамінів, антибіотиків, стимуляторів росту, засобів захисту рослин та тварин, добрив. Все більшого розповсюдження набирають мінеральні добрива-препарати транс ламінарних та системних властивостей [17].

З одного боку країни змогли задовольнити свої потреби у виробництві власного зерна (Індія), з другого – виникли проблеми деградації ґрунтів, зниження якості продукції. Сьогодні нова хвиля "зеленої

революції", орієнтована на ведення екологічно чистого господарства створення "агро екосистем".

У 70-ті роки ХХ ст. вироблялось пестицидів 2 млрд т/рік, але загальні втрати врожаїв почали зростати і досягли майже 50 %. Близько 1500 хімічних речовин, що використовуються у боротьбі з хворобами рослин та шкідниками мають пестицидну активність. З цих речовин, 550 застосовуються як пестициди, а інші мають численні модифікації. Пестициди не мають вибіркової дії, а впливають на все живе.

23 травня 2001 року у Стокгольмі 92 країни світу, в тому числі й Україна, та Європейське співтовариство, підписали Конвенцію про стійкі органічні забруднювачі (СОЗ). Ця подія стала початком роботи, спрямованої на звільнення від найбільш токсичних речовин. Конвенція своєю метою обрала охорону здоров'я від СОЗ та ліквідацію особливо токсичних з них – це альдрин, хлордан, ДДТ, дильдрин, ендрин, гептахлор, гексахлоробензенмірекс, токсафен, поліхлоровані дифеніли. Конвенція має достатню інформацію про вплив цих СОЗ і небезпеку, яка з цим пов'язана. Наприклад, Міжнародне агентство по вивченню раку класифікує одну з форм діоксину-2,3,7,8-ТХДД, як канцероген. До СОЗ включено й один з найвідоміших препаратів – ДДТ. Під час Другої Світової війни використовувався як засіб захисту військовослужбовців і цивільного населення від малярії, тифу та інших хвороб, що розносяться комахами.

Автор цього винаходу отримав Нобелівську премію, але на сьогодні його використання як засіб проти комарів обмежується, виробництво планується повністю припинити до 2028 року, він визнаний найстійкішим серед СОЗ сьогодення. За даними ВООЗ сліди ДДТ є у молоці кожної європейської мами. Конвенція про СОЗ набула чинності 17 травня 2004 року, коли її підписали понад 150 країн світу. В Україні ця проблема теж є однією з пріоритетних. Ситуація, що сьогодні склалася, потребує негайного вирішення. У сфері використання, утилізації знешкодження і поховання пестицидів виникла невідкладна потреба негайного вирішення цієї проблеми. Нагромадження заборонених до використання пестицидів оцінюється сотнями тон, в кожній області їх кількість коливається від 130 до 2500 т. Мінекоресурсів доручило впровадження плану усунення ризику, пов'язаного із запасами непридатних пестицидів Національному центру поводження з небезпечними відходами.

На сьогодні овочева продукція більшою чи меншою мірою містить нітрати і, таким чином стає джерелом надходження їх до організму людини й тварин. Забруднення нітратами не однаково не тільки для різних культур через особливості накопичення нітратів, а й через здатність залишати їх у різних частинах рослини: у корені, стеблах, листі, і таке інше) (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст нітратів в овочах і плодах по Україні

Овочі, плоди	Середня масова частка нітратів, мг/кг
Буряки столові	1049,7±158,3
Цибуля-перо	381,6±31,4
Капуста білоголова	337,7±33,3
Морква	253,2±9,7
Цибуля ріпчаста	237,9±41,3
Огірки у захищеному ґрунті	237,8±41,3
Огірки у відкритому ґрунті	165,5±12,9
Томати	144,5±16,7
Картопля	108,7±6,5
Дині	83,3±8,3
Томати	76,4±3,1
Яблука	39,7±5,3
Кавуни	37,9±12,8

Катіони металів або металічні пили потрапляють до харчового ланцюжка тим чи іншим шляхом. Їх рухомість залежить від багатьох чинників, але найбільше від показника рН ґрунтового розчину. До оточу-

ючого середовища вони потрапляють від антропогенних джерел у вигляді хімікатів, з важкими металами в їх складі, з продуктами корозії металів. Можуть викликати інтоксикацію у певних конкретних місцях.

Як отруйні метали, у містах переважають Ртуть, Свинець та Кадмій. Особливо небезпечні для дітей.

У міських викидах міститься свинець, який осаджується на листях рослин і може потрапляти до організму з їжею, під час дихання (свинцевий пил).

Накопичення хімічних елементів у харчових продуктах створює загрозу здоров'ю людей і підлягає контролю (табл. 4).

Свинець у містах виділяється з алкіль свинцю (тетраетилу та тетраетилу свинцю), що додають у бензин як антидетонатор. Свинець осідає на ґрунтах поблизу підприємств, що виплавляють свинець. На ґрунтах Свинець розосереджується у верхній частині

ґрунту (0.5–2.5 см) і тому добре засвоюється листовими овочевими культурами, хоч не належить до життєво необхідних елементів в живленні рослин. Харчовими ланцюгами потрапляє до організму – м'ясо, молоко або прямо через овочі.

Свинцевий пил може потрапляти на руки і дуже небезпечний для дітей Свинець уражає ферменти. Шкідливий вплив свинцю на дитячий і дорослий організми людей докладно розглядається у спеціальній літературі [24–27]. Особливо треба зазначити, що органічні сполуки свинцю (наприклад триетилсвинець) більш отруйні ніж неорганічні і діють виключно як невротоксичні. Свинець легко зв'язується зі смолою шпилькових дерев і шкодить їм.

Таблиця 4

Показники вмісту хімічних елементів у харчових продуктах, які підлягають контролю*

Елемент	ГДК _{пр} мг/кг						
	Рибні продукти	М'ясні продукти	Молочні продукти	Хліб, зерно	Овочі	Плоди	Соки
Алюміній	30,0	10,0	1,0	20,0	30,0	20,0	10,0
Залізо	30,0	50,0	3,0	50,0	50,0	50,0	15,0
Йод	2,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0
Мідь	10,0	5,0	0,5	5,0	10,0	10,0	5,0
Миш'як	1,0	0,5	0,05	0,2	0,2	0,2	0,2
Ртуть	0,5	0,03	0,005	0,01	0,02	0,01	0,005
Цинк	40,0	40,0	5,0	25,0	10,0	10,0	10,0
Кадмій	0,1	0,05	0,01	0,022	0,03	0,03	0,002
Фтор	10,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Свинець	1,0	0,5	0,05	0,2	0,5	0,4	0,4
Олово	200,0	200,0	100,0	–	200,0	100,0	100,0

Примітка: * Джерело: складено авторами за результатами контролю санепідстанції [1]

Кадмій не є життєво необхідним елементом, але харчовими ланцюгами потрапляє до організму людини, здатний накопичуватися у нирках та заміщати кальцій у кістках, викликає деформацію кістяка, має, біологічний період напіврозпаду 10 років. Серед зернових культур віддає перевагу рису, з чим пов'язані нещасні випадки у Пакистані, Індії у зв'язку з виникненням хвороби ітай-ітай. Навіть незначні викиди Кадмію небезпечні через його канцерогенність, тератогенність та мутагенність.

Ртуть своєю надзвичайною токсичністю відома ще з стародавніх часів, але багато випадків отруєння ртуттю стали відомі після масових отруєнь в Індії та Пакистані, в Японії з'явилася хвороба Мінамата. Всі сполуки ртуті отруйні, більш отруйні органічні (метил-ртуть), ніж неорганічні.

Особливу роль в антропогенному колооберті відіграє нафта. Забруднення сировою нафтою супроводжується цілою низкою перетворень. Спочатку випа-

ртовуються неотруйні алкани, потім біологічним шляхом розкладаються парафіни з довгими ланцюгами, (залежно від розгалуженості ланцюгів). Кільцеві циклоалкани (нафтени) руйнуються найважче, надзвичайно отруйні, їх токсичність підвищується пропорційно числу кілець.

Протягом трьох місяців відбувається коагуляція залишків нафти, з'являються грудочки, що містять до 80 % води, а площа їх біля 15 % від первинної. Живі організми надзвичайно потерпають від нафти, особливо морські птахи. Спроби очиститися від липких нашарувань на пір'ї призводить до потрапляння отрути в середину пір'яного покриву і в органі травлення, птахи гинуть від виснаження.

Особливу роль в антропогенному колооберті відіграють радіоактивні речовини, що утворюються під час штатних і нештатних ситуацій в атомній енергетиці, використанні або випробуванні атомної зброї (рис. 2).

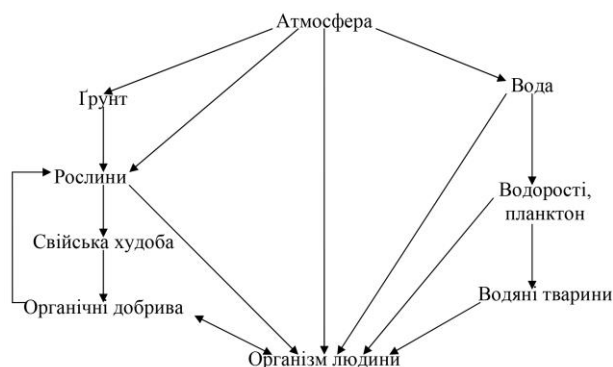


Рис. 2. Схема міграції радіоактивних речовин

Хлорування води одна із стадій водопідготовки питної води. Застосовується в багатьох країнах, в тому числі і в Україні.

Хлоровані вуглеводні виробляються як розчинники (тетрахлоретан CCl_4), як сировина для виготовлення пластмас (вінілхлорид для ПВХ), засоби для обробки деревини та пестициди, незважаючи на надзвичайну шкідливість (діоксіни-ультраотрути). В організмі діоксіни зберігаються до 30 років, викликають захворювання шкіри, рак, впливають на спадковість, народжуються потвори. Навіть невеликі кількості, що ненавмисно потрапляють до оточуючого середовища викликають дуже серйозні наслідки [24].

6. Висновки

Проведені дослідження хімічного складу антропогенного колооберту показали, що хімічні речовини, що мають антропогенне походження, втягуються в біологічні колооберти і спричиняють неоправдану шкоду довкіллю. Полімерні матеріали, стійкі органічні забруднювачі та радіонукліди, що втягуються в харчові ланцюги і врешті решт чинять негативний вплив на людину, руйнуючи імунний механізм, порушуючи здоров'я. Людина стає заручником власних винаходів, технологій, галузей промисловості, створених нею засобів захисту рослин або тварин, накопичуючи купи добрив, що втратили термін використання або використовувалися з порушеннями режимів та норм внесення, помиляючись під час роботи з небезпечними хімічними речовинами або новими лікувальними препаратами, безконтрольними харчовими добавками та ін. Це й старече недоум'я й відставання у розвитку розумових здібностей дітей – хлорування води, нітрати у продуктах рослинництва; онкозахворювання – канцерогени в питній воді та засобах захисту тварин та овочевих культур – пестициди; це мутації, що серед людей та тварин стали поширюватися все більше – гормональні препарати у воді та донних відкладеннях озер і річок, бенз-а-пірен; це – затримка росту й викривлення розвитку рослин – дія йонів важких металів в ґрунтах.

Проведене дослідження свідчить про необхідність пошуків заходів захисту довкілля і людей від забруднюючих хімічних речовин, продовження робіт

по виявленню стійких забруднювачів, та їх ролі в біосфері, що входять до антропогенного колооберту.

Література

1. Звіт про науково-дослідну роботу "Проведення дослідження за оцінкою рівня забруднення важкими металами ґрунтів та продуктів рослинництва південно-східної України" [Текст]. – НДР ДБ 07013, ЗНТУ. – Запоріжжя, 2005.
2. Долгова, Т. И. Мониторинг тяжелых металлов в почвах Днепропетровской области [Текст] / Т. И. Долгова, Г. Г. Шматков. – Днепропетровск, 1995. – 40 с.
3. Никифорова, Е. М. Особенности загрязнения городских почв полициклическими ароматическими углеводородами в связи с влиянием печного отопления [Текст] / Е. М. Никифорова, И. С. Козин, К. Цирд // Почвоведение. – 1993. – № 1. – С. 91–100.
4. Долгова, Т. И. Специфика загрязнения почвенных экосистем Днепропетровской области цианидами [Текст] / Т. И. Долгова. – Днепропетровск, 1996. – 11 с.
5. Биологические индикаторы в охране окружающей среды [Текст] / под ред. М. Ковач. – Будапешт, 1992. – 207 с.
6. Вайнерт, Э. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [Текст] / Э. Вайнерт, Р. Вальтер, Т. Ветцель и др. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
7. Дідух, Я. П. Фітоіндикація екологічних факторів [Текст] / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта. – К.: Наук. Думка, 1994. – 280 с.
8. Жигаловская, Н. Т. Исследование выпадений аэрозолей при дальнем переносе загрязняющих веществ [Текст] / Н. Т. Жигаловская, И. М. Назаров, Ш. Д. Фридман, О. С. Ренне // Метео- и гидрология. – 1980. – № 4. – С. 47–51.
9. Даувальтер, В. А. Концентрация тяжелых металлов в донных отложениях озер Кольского полуострова как индикатор загрязнения водных экосистем [Текст] / В. А. Даувальтер // Проблемы хим. и биол. мониторинга экосист. вод. объект. Кольского Сервера. – Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 1995. – С. 24–35.
10. Звіт про науково-дослідну роботу «Екологія, як наукова основа майбутньої цивілізації» [Текст]. – НДР ДБ 01519, ЗНТУ. – Запоріжжя, 2012.
11. Звіт управління статистики сільського господарства та навколишнього середовища головного управління статистики у Запорізькій області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.zapstat.zp.ua
12. Мислюк, О. О. Основи хімічної екології [Текст]: навч. пос. / О. О. Мислюк. – К.: Кондор, 2012. – 660 с.
13. Апостолук, С. О. Промислова екологія [Текст]: навч. посіб. / С. О. Апостолук, В. С. Джигирей, А. С. Апостолук та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Звіт про науково-дослідну роботу «Хімічні аспекти сучасної екології» [Текст]. – НДР ДБ 03012, ЗНТУ. – Запоріжжя, 2015.
15. Одум, Ю. Екологія. Т. 1, Т. 2 [Текст] / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – 328 с., 376 с.
16. Гавриленко, Б. Б. Соціальна екологія [Текст] / Б. Б. Гавриленко. – Зап.: Дике поле, 2001. – 240 с.
17. Экосистемы и благосостояние человека. Синтез [Текст]. – Island Press, Washington, DC, 2005. – 154 с. – Режим доступу: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.791.aspx.pdf>
18. Гейнрих, Д. Экология [Текст] / Д. Гейнрих, М. Гергт; науч. ред. пер. В. В. Серебряков. – М.: Рыбари, 2003. – 287 с.

19. Миллер, Т. Жизнь в окружающей среде. Т. 1 [Текст] / Т. Миллер. – М.: Прогресс- Пангея, 1993. – 250 с.
20. Основы устойчивого развития [Текст] / ред. Л. Г. Мельник. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2005. – 654 с.
21. Аналіз сталого розвитку – глобальний і регіональний контексти: моногр. Ч. 1 [Текст] / Міжнар. рада з науки (ICSU) та ін.; наук. кер. М. З. Згуровський // Глобальний аналіз якості та безпеки життя людей. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 252 с.
22. Програма дій „Порядок денний на XXI століття” („AGENDA 21”) [Текст]. – Київ: „Інтелсфера”, 2000. – 359 с.
23. Осаул, Л. П. Хімія довкілля та екоотоксикологія [Текст]: зб. наук. ст. / Л. П. Осаул, К. О. Осадча, В. В. Воробйова // Екологія. – 2013.
24. Бандман, А. Л. Вредные химические вещества. Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов [Текст] / А. Л. Бандман, Г. А. Войтенко, Н. В. Волкова и др.; под ред. В. А. Филова и др. – Л.: Химия, 1990. – 732 с.
25. Баженов, В. А. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества [Текст] / В. А. Баженов, Л. А. Булдаков, И. Я. Василенко и др.; под ред. В. А. Филова и др. – Л.: Химия, 1990. – 464 с.
26. Бандман, А. Л. Вредные химические вещества. Неорганические соединения [Текст] / А. Л. Бандман, Н. В. Волкова, Т. Д. Грехова и др.; под ред. В. А. Филова и др. – Л.: Химия, 1989. – 592 с.
27. Бандман, А. Л. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп [Текст] / А. Л. Бандман, Г. А. Гудзовский, Л. С. Дубейковская и др.; под ред. В. А. Филова и др. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
28. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату [Текст]. – Верховна Рада України, 2004. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_801
29. «Глобальная экологическая перспектива» ГЕО-3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.unepcom.ru/publications/geo3.html>
30. «Глобальная экологическая перспектива» ГЕО-4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.unepcom.ru/publications/geo4.html>
31. UNEP launches GEO-5 Summary for Policy Makers [Electronic resource]. – Available at: <http://www.environmental-governance.org/featured/2012/03/unep-launches-geo-5-summary-for-policy-makers/>
- References**
1. Zvit pro naukovu-doslidnu robotu “Provedennja doslidzhennja za ocinkoju rivnja zabrudnennja vazhkymy metalamy gruntiv ta produktiv roslynovedennja pivdenno-shidnoi' Ukraïny” (2005). NDR DB 07013, ZNTU. Zaporizhzhja.
2. Dolgova, T. I., Shmatkov, G. G. (1995). Monitoring tjazhelyh metallov v pochvah Dnepropetrovskoj oblasti. Dnepropetrovsk, 40.
3. Nikiforova, E. M., Kozin, I. S., Cird, K. (1993). Osobennosti zagriznenija gorodskih pochv policiklicheskimi aromaticeskimi uglevodorodami v svjazi s vlijaniem pechnogo otoplenija. Pochvovedenie, 1, 91–100.
4. Dolgova, T. I. (1996). Specifika zagriznenija pochvennyh jekosistem Dnepropetrovskoj oblasti cianidami. Dnepropetrovsk, 11.
5. Kovach, M. (Ed.) (1992). Biologicheskie indykatory v ohrane okruzhajushhej sredy. Budapesht, 207.
6. Vajnert, Je., Val'ter, R., Vetcel', T. et. al (1988). Bio-indykacija zagriznenija nazemnyh jekosistem. Moscow: Mir, 350.
7. Diduh, Ja. P., Pljuta, P. G. (1994). Fitoindykacija ekologichnyh faktoriv. Kyiv: Nauk. Dumka, 280.
8. Zhigalovskaja, N. T., Nazarov, I. M., Fridman, Sh. D., Renne, O. S. (1980). Issledovanie vypadenij ajerozolej pri dal'nem perenose zagriznjajushhijh veshhestv. Meteo- i gidrologija, 4, 47–51.
9. Dauval'ter, V. A. (1995). Koncentracija tjazhelyh metallov v donnyh otlozhenijah ozer Kol'skogo poluoostrova kak indykator zagriznenija vodnyh jekosistem. Problemy him. i biol. monitoringa jekol. sost. vod. Ob'ekt. Kol'skogo Servera. Apatity: Izd-vo Kol'skogo NC RAN, 24–35.
10. Zvit pro naukovu-doslidnu robotu «Ekologija, jak naukova osnova majbutn'oi' cyvilizacii» (2012). NDR DB 01519, ZNTU. Zaporizhzhja.
11. Zvit upravlinnja statystyky sil'skogo gospodarstva ta navkolysn'ogo seredovyshha golovnoho upravlinnja statystyky u Zaporiz'kij oblasti. Available at: <http://www.zapstat.zp.ua>
12. Mysljuk, O. O. (2012). Osnovy himichnoi' ekologii'. Kyiv: Kondor, 660.
13. Apostoljuk, S. O., Dzhygyrej, V. S., Apostoljuk, A. S. et. al (2005). Promyslova ekologija. Kyiv: Znannja, 474.
14. Zvit pro naukovu-doslidnu robotu «Himichni aspekty suchasnoi' ekologii» (2015). NDR DB 03012, ZNTU. Zaporizhzhja.
15. Odum, Ju. Ekologija. Vol. 1, Vol. 2. Moscow: Myr, 328, 376.
16. Gavrylenko, B. B. (2001). Social'na ekologija. Zaporizhzhja: Dyke pole, 240.
17. Jekosistemy i blagosostojanie cheloveka. Sintez (2005). Island Press, Washington, DC, 154. Available at: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.791.aspx.pdf>
18. Gejnrih, D., Gergt, M.; Serebrjakov, V. V. (Ed.) (2003). Jekologija. Moscow: Rybari, 287.
19. Miller, T. (1993). Zhizn' v okruzhajushhej srede. Vol. 1. Moscow: Progress- Pangeja, 250.
20. Mel'nik, L. G. (Ed.) (2005). Osnovy ustojchivogo razvitija. Sумы: ITD «Universitetskaja kniga», 654.
21. Analiz stalogo rozvytku – global'nyj i regional'nyj konteksty: monogr. Chp. 1 (2010). Global'nyj analiz jakosti ta bezpeky zhyttja ljudej. Kyiv: NTUU «KPI», 252.
22. Programa dij „Porjadok dennij na XXI stolittja” („AGENDA 21”) (2000). Kyiv: „Intelsfera”, 359.
23. Osaul, L. P., Osadcha, K. O., Vorobjova, V. V. (2013). Himija dovkillja ta ekotoksikologija. Ekologija.
24. Bandman, A. L., Vojtenko, G. A., Volkova, N. V. et. al; Filov V. A. et. al (Eds.) (1990). Vrednye himicheskie veshhestva. Uglevodorody. Galogenproizvodnye uglevodorodov. Leningrad: Himija, 732.
25. Bazhenov, V. A., Buldakov, L. A., Vasilenko, I. Ja. et. al; Filov, V. A. et. al (Eds.) (1990). Vrednye himicheskie veshhestva. Radioaktivnye veshhestva. Leningrad: Himija, 464.
26. Bandman, A. L., Volkova, N. V., Grehova, T. D. et. al; Filov, V. A. et. al (Eds.) (1989). Vrednye himicheskie veshhestva. Neorganicheskie soedinenija. Leningrad: Himija, 592.
27. Bandman, A. L., Gudzovskij, G. A., Dubejkovskaja, L. S. et. al; pod red. Filov, V. A. et. al (Eds.) (1988). Vrednye himicheskie veshhestva. Neorganicheskie soedinenija jelementov I-IV grupp. Leningrad: Himija, 512.
28. Kiots'kyj protokol do Ramkovoï konvencii' Organizacii' Ob'jednyh Nacij pro zminu klimatu (2004). Verhovna Rada Ukraïny. Available at: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_801

29. «Global'naja jekologicheskaja perspektiva» GEO-3.
Available at: <http://www.unepcom.ru/publications/geo3.html>
30. «Global'naja jekologicheskaja perspektiva» GEO-4.
Available at: <http://www.unepcom.ru/publications/geo4.html>

31. UNEP launches GEO-5 Summary for Policy Makers. Available at: <http://www.environmentalgovernance.org/featured/2012/03/unep-launches-geo-5-summary-for-policy-makers/>

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Луньов В. В.
Дата надходження рукопису 14.04.2016*

Осаул Лариса Павлівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімії та екології, Запорізький національний технічний університет, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна, 69063
E-mail: alinaosaul@ukr.net

Незгода Людмила Миколаївна, старший викладач, кафедра хімії та екології, Запорізький національний технічний університет, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна, 69063
E-mail: ljussena19@mail.ru

Капітан Олександр Віталійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімії та екології, Запорізький національний технічний університет, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна, 69063
E-mail: cap@zntu.edu.ua