

**РЕГІОНАЛЬНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ**

УДК 505.4

*Адаменко О. М.  
Івано-Франківській національний технічний  
університет нафти і газу*

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КОНСТРУКТИВНОЇ ЕКОЛОГІЇ – НОВОГО НАПРЯМКУ  
У НАУКАХ ПРО ЗЕМЛЮ**

Конструктивна екологія – це новий науковий напрямок у Науках про Землю, який не тільки оцінює стан навколишнього середовища, а й пропонує конкретні технології захисту, заходи щодо оптимізації та покращення стану довкілля шляхом конструювання таких природно-технічних систем, що йдуть на зміну біосфери, які забезпечують стійкий гармонійний розвиток природи-людини-техносфери. Розглянуті та екологічно оцінені основні компоненти довкілля – літосфера, геофізичні поля, геоморфосфера, гідро- та атмосфера, ґрунтовий та рослинний покриви, їх зміни під впливом техносфери, просторовий розподіл основних забруднювачів, що у з'єднанні з ландшафтами створює якісно нові утворення – геоекологічні структури. Районування на їх основі територій різного ієрархічного рівня від промислових підприємств, населених пунктів, об'єднаних територіальних громад, адміністративних районів і областей до регіонів, держави України, Карпатського Єврорегіону та Європейського Союзу дає можливість запропонувати єдину для усіх цих ієрархічних територіальних рівнів комп'ютеризовану конструктивно-екологічну систему екологічної безпеки.

**Ключові слова:** конструктивна екологія, природно-антропогенна геосистема, екологічний аудит, оцінка впливів на навколишнє середовище, моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля, екологічний ризик, безпека життєдіяльності, геоінформаційні системи.

Конструктивная экология – это новое научное направление в Науках о Земле, которое не только оценивает состояние окружающей среды, но и предлагает конкретные технологии ее защиты, мероприятия оптимизации и улучшения состояния среды путем конструирования таких природно-технических систем, идущих на смену биосфере, которые обеспечивают устойчивое гармоническое развитие природы-человека-техносферы. Рассмотрены и экологически оценены основные компоненты среды – литосфера, геофизические поля, геоморфосфера, гидро- и атмосфера, почвенный и растительный покрывы, их изменения под влиянием техносферы, пространственное распределение основных загрязнителей, что в соединении с ландшафтами создает качественно новые образования – геоэкологические структуры. Районирование на их основе территорий разного иерархического уровня от промышленных предприятий, населенных пунктов, объединенных территориальных громад, административных районов и областей до регионов, государства Украины, Карпатского Еврорегиона и Европейского Союза дает возможность предложить единую для всех этих иерархических территориальных уровней компьютеризованную конструктивно-экологическую систему экологической безопасности.

**Ключевые слова:** конструктивная экология, природно-антропогенная геосистема, экологический аудит, оценка влияния на окружающую среду, мониторинг, моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды, экологический риск, безопасность жизнедеятельности, геоинформационные системы.

© Адаменко О. М., 2016

The constructive environment - is a new scientific field of Earth Sciences, which not only evaluates the environment, but also offers specific technology protection measures to optimize and improve the environment through the design of natural-technical systems which are used to change the biosphere, providing sustainable harmonious development of man-nature-technosphere. The article considered environmentally and assess the main components of the environment - lithosphere, geophysical fields heomorfosfera, hydro- and atmosphere, soil and vegetation, their changes under the influence of Technosphere, the spatial distribution of the main pollutants in connection with landscapes creates qualitatively new formation - geological structures. It opens the new method - zoning areas based on their different hierarchical levels of industrial enterprises, settlements, united local communities, administrative districts and regions to regions, states Ukraine, Carpathian Euroregion and the European Union makes it possible to offer unified for all these hierarchical territorial levels computerized constructively-ecological system of environmental safety.

**Keywords:** constructive environment, natural and anthropogenic geosystem, environmental auditing, environmental impacts assessment, monitoring, modeling and forecasting of the environment, environmental risk, safety, geoinformational system.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та їх зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями.** Пошуки універсальної парадигми (концепції, методології), яка б об'єднала численні підходи до визначення екологічної безпеки як території, так і народногосподарських об'єктів вимусило нас скрупульозно підійти до чіткої детермінації та ідентифікації існуючих понять та меж їх однозначного використання як у науковій та і у практичній сферах. У результаті більш десятилітніх досліджень ми знайшли, як нам здається, найбільш прийнятну форму взаємодії цих понять, що нашло своє відображення у запропонованій нижче моделі конструктивної екології. Ми виходили з того, що «екологія – це вміння жити у своєму домі», тому модель буде схожа на схематичну конструкцію будинку. Але про це буде йти нижче, у відповідних підрозділах.

Характеризуючи проблему екології та екологічної безпеки у загальному вигляді, відмітимо, що сьогодні як ніколи, важливо забезпечити гармонійний розвиток господарства, людини і природи, щоб технічне втручання у біосферу Землі [4, 5] не зашкодило якості середовища, у якому живуть люди. Ми є свідками не тільки активних і неоднозначних політичних баталій, у котрих використовується і екологічна інформація, а й проявів низької екологічної культури і навіть екологічного невігластва як пересічних громадян, так і керівників промислових підприємств та працівників владних структур. Образно кажучи, відчувається брак не тільки чистої води і повітря, а й елементарних екологічних знань. Ця обставина примушує нас запропонувати нову стратегію екологічної безпеки та збалансованого використання природних ресурсів, про що вже йшла мова у попередніх виданнях [3, 7-9, 11, 15].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, на які спирається автор.** З цією метою О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. В. Міщенко та Д. О. Зорін [11] сконструювали комп'ютеризовану систему екологічної безпеки (КСЕБ) з використанням ГІС, ДЗЗ та ІТ систем на базі геоекоекологічного районування природно-антропогенних геосистем (ПАГС).

Екологічна (природно-техногенна) безпека – це визначення і обґрунтування ступеня відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов міжнародним стандартам якості довкілля, завданням збереження здоров'я людини, захисту та відновлення навколишнього середовища. Екологічна безпека поєднує природну та технічну складові і повинна забезпечити гармонійний розвиток системи господарство-природа-людина (Паспорт спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, затверджений Департаментом атестації кадрів вищої кваліфікації Міністерства освіти і науки України).

Геоecологічне районування територій [19] (природно-антропогенних геосистем – ПАГС) – це особливий різновид систематизації, сутність якого полягає у поділі (розчленуванні) території дослідження на рівнозначні або ієрархічно підпорядковані ПАГС. Виділені у процесі районування таксони, з одного боку, повинні відповідати критерію їхньої специфіки, з іншого, - критерію єдності, цілісності.

Природно-антропогенна геосистема [1] – це геоecологічна структура, що поєднує природну (ландшафтну) основу та її зміни під впливом антропогенних (техногенних) навантажень.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття.** Не вирішеними частинами розглянутої вище загальної проблеми, є *побудова конструктивно-екологічної моделі* екологічної безпеки, яка б на засадах конструктивної екології об'єднала усі зазначені вище поняття: природно-антропогенну систему, екологічний аудит, стратегічну екологічну оцінку, геоecологічне районування, оцінку впливів техногенних об'єктів на навколишнє середовище, моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля, екологічний ризик, безпеку життєдіяльності, геоінформаційні комп'ютеризовані системи екологічної безпеки та ін.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Тому метою даної роботи є теоретичне обґрунтування нового наукового напрямку у Науках про Землю – *конструктивної екології*. Вперше про її виділення написав О. М. Адаменко [4, стор. 189-223] у четвертому розділі «Конструктивна екологія» четвертого тому свого роману життя, науки і кохання «Наш майбутній дім – Екоєвропа» у 2007 р. У монографії Г. І. Рудька і О. М. Адаменка «Конструктивна геоecологія» [28, стор. 29-60] продовжено теоретичне та прикладне обґрунтування цього терміну, а у 2014 р. академічне видавництво «Lambert» (Саарбрюкен, ФРН) опублікувало монографію О. М. Адаменка [9, 122 с.] «Конструктивная экология».

**Виклад основного матеріалу досліджень з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів про технологію захисту навколишнього середовища.** Під такою назвою у новому Переліку спеціальностей вищих навчальних закладів з'явилася у 2015 р. нова спеціальність. При цьому стара назва «екологія та охорона навколишнього середовища» залишилась у Переліку з назвою «Екологія». Тому є сенс використати те, про що йтиме мова нижче, у якості обґрунтування спеціальності «Технології захисту навколишнього середовища». На цю тему О. М. Адаменко опублікував у 2012 та 2013 рр. статті у фахових журналах «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування» – 2012, – № 1 (5), стор. 14-19 [6] та 2013 – 1(7), стор. 5-9 [7] під назвою «Технологія екологічних досліджень», а також виступив з доповіддю під тією ж назвою на пленарному засіданні I Міжнародної науково-практичної конференції 21 вересня 2012 р. у м. Івано-Франківську. Стаття, що була опублікована у Сімферополі [8] була розміщена в Internet і привернула увагу академічного видавництва «Lambert» (Саарбрюкен, ФРН), яке і запропонувало О.М. Адаменку підготувати і опублікувати монографію «Конструктивная экология» [9].

У стислому табличному виді «конструктивна екологія» як «технологія захисту навколишнього середовища» зображена на рис. 1 і на таблиці 1. При цьому виникає логічне питання: звідки починати обґрунтування теоретичних основ конструктивної екології – знизу рис. 1 і рухатись вгору (від об'єктового рівня – промислового підприємства), тобто від 1-го «поверху» і до 9-го і «даху», чи навпаки – від «даху» і 9-го «поверху» вниз, до 1-го. Логічно було рухатись так, але, враховуючи те, що у кожному нижньому «поверсі» необхідно враховувати впливи вище залягаючих «поверхів», ми обираємо шлях зверху – вниз.

Отже, екологічна безпека (ЕБ) кожного «поверху» враховує вплив усіх верхніх «поверхів», а також «даху» (еколого-ресурсної безпеки Землі), ми характеризуємо конструктивно-екологічну модель від ЕБ Землі до ЕБ промислового або аграрного чи будь-якого іншого підприємства.

### **Глобальна система еколого-ресурсної безпеки Землі та її геосфери ЕБ<sub>з</sub>.**

Така система обґрунтована у рішеннях міжнародних конференцій з навколишнього середовища у Стокгольмі (1972), Найробі (1974) і Ризі (1978), про що написано у працях І. П. Герасимова [14], У. А. Izrael [35], Р. Ф. Mann [36] та ін. [37]. Недоліком запропонованих систем глобального моніторингу є не повне врахування усіх компонентів довкілля Землі, особливо її внутрішніх геосфер – ядра, мантії та земної кори. Головними об'єктами глобального моніторингу ГСМОС виступають атмосфера (АТ), гідросфера (ГД) та ґрунтовий покрив – педосфера (ПД). Зовсім не беруться до уваги геофізичні поля Землі і Космосу – геофізсфери (ГФ), рослинний покрив – фітосфера (ФТ) і тваринний світ – зоосфера (ЗС), стан здоров'я населення – демосфери (ДС) і космічна небезпека – захист Землі від астероїдів та метеоритів (ЕБ<sub>косм</sub>), і в меншій мірі – екологічний стан геологічного середовища – літосфери (ЛТ) та екзо- і ендодинаміка рельєфу – геоморфосфера (ГМ).

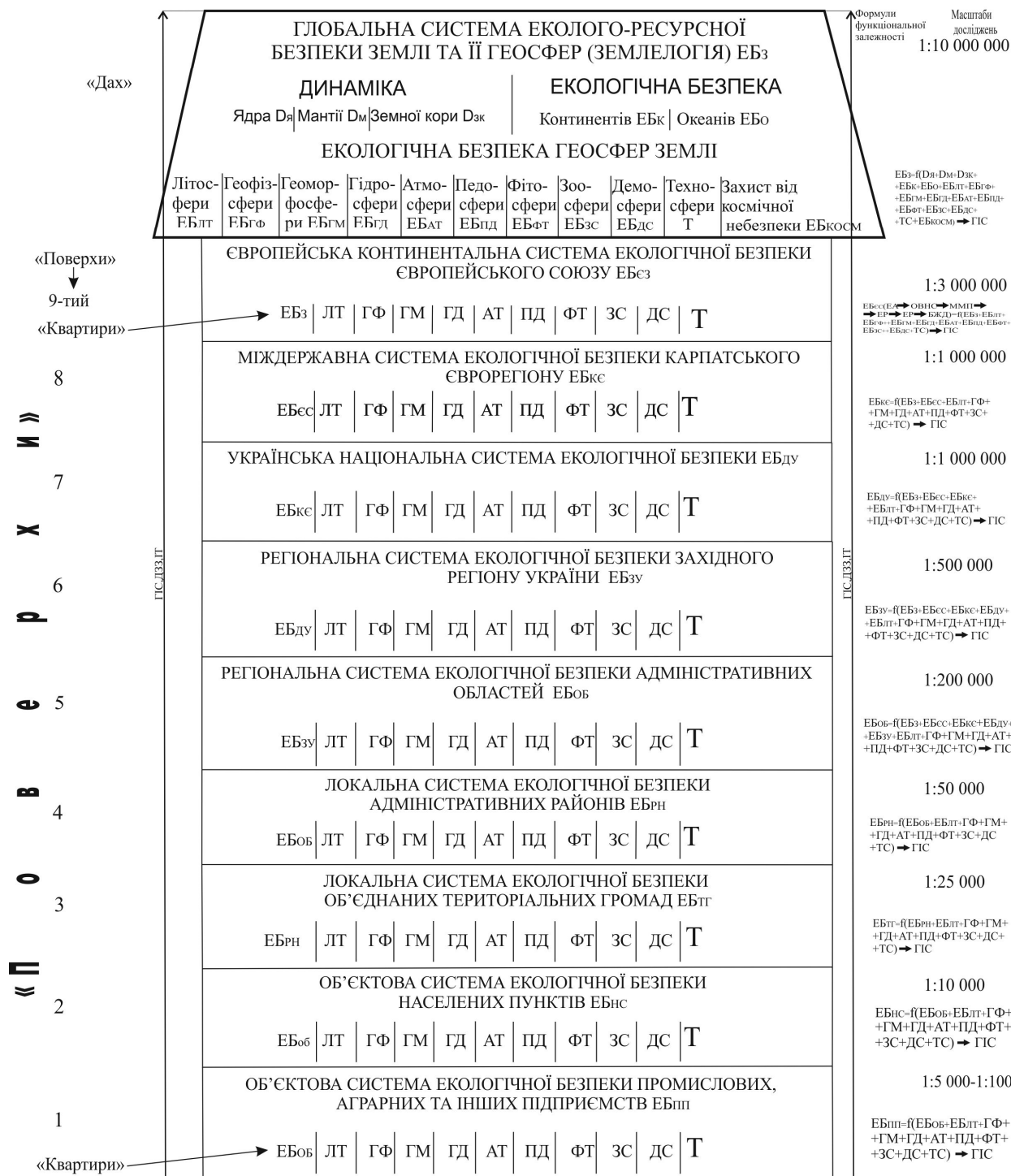
Тому на пропонованій нами моделі (рис. 1, табл. 1) екологічної будівлі – домі, у якому ми повинні вміти жити, під її «дахом» ми розміщуємо усі головні об'єкти динаміки Землі та її екологічної безпеки. Детально про це ми написали у монографії Г. І. Рудька і О. М. Адаменка «Землелогія» [29, 512 с.], яка була опублікована у 2009 р.

Важливість включення у глобальну систему еколого-ресурсної безпеки Землі (ЕБ<sub>з</sub>) її внутрішніх геосфер та космічної безпеки (ЕБ<sub>косм</sub>) обґрунтовується тим, що екологічний стан поверхневих геосистем – континентів (ЕБ<sub>к</sub>) і океанів (ЕБ<sub>о</sub>), а також ендо- та екзодинаміка рельєфу поверхні земної кори – геоморфосфери залежить від рухів ядра Землі, його твердої внутрішньої сфери, яка «плаває» у напіврозрідженій зовнішній сфері. Фізико-хімічний та радіоактивні процеси, що відбуваються у обох сферах ядра можуть впливати на швидкість їх обертання навколо вісі Землі, нахилу вісі до площини орбіти, її ексцентриситету, що на поверхні планети проявляється у міграції полюсів, змінах магнітних, гравітаційних, електромагнітних та інших фізичних полів, інверсіях магнітних зон і т.д. З іншого боку, деякі прояви зовнішньої ендеодинаміки на поверхні Землі (Чилійський землетрус з магнітудою 8,5 цунамі 24 грудня 2004 р. у східній частині Індійського океану та ін.) приводило до вимірювальних зміщень земної вісі у кілька кутових секунд.

Космічна небезпека у останні роки вийшла з-під опіки наукової фантастики і стала повновправним членом наукової організації і загальної безпеки нашої планети. Саме розташування Землі на орбіті у Сонячній системі (у 150 млн км від Сонця), між орбітами Венери (108,2 млн.км від Сонця) та Марса (227,9 млн км) гарантувало появу біосфери і безпеку життя на Землі, тому що у нас на поверхні планети тиск 1 атмосфера, а середня температура трохи вище 0 °С + підвищення її до +15 °С за рахунок парникового ефекту в приземному шарі атмосфери.

Земля захищена від згубного для усього живого жорсткого ультрафіолетового випромінювання, так званого сонячного вітру – потоку ядер гелію від Сонця – магнітним полем Землі. В результаті такого захисту маємо два радіаційних пояси на відстані 14 і 90 тис. км від поверхні Землі, а сонячний вітер обтікає, відхиляється від нашої планети магнітним полем. Радіація ж на висотах від 300 до 500 км досягає тисячі рентген, тому міжнародні космічні станції (МКС) не літають вище 300 км від поверхні Землі, щоб не будувати їх з товщими захисними стінками, які різко збільшують вагу і вартість МКС. Одже, Земля, своїм положенням на орбіті, навколо Сонця, а також магнітним полем надійно захищена від небезпечного Космосу. Але цей захист не є суцільним щитом, а навпаки, це крихка мембрана, яка з'єднує нас з міжпланетним простором. І цей захист може будь-коли порушитись, якщо внутрішнє ядро – генератор магнітного поля Земля – змінить швидкість або інші параметри свого обертання навколо вісі нашої планети.

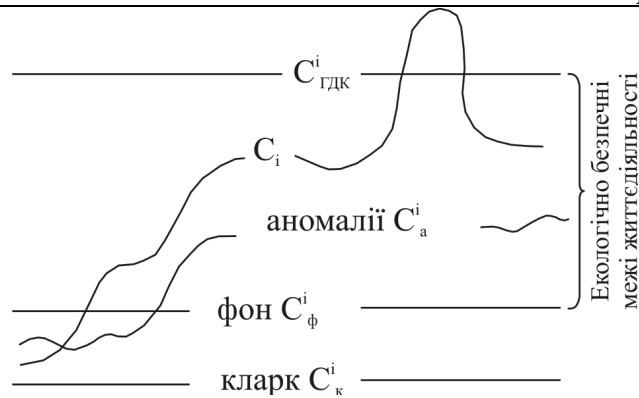
**КОНСТРУКТИВНА ЕКОЛОГІЯ - ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА  
ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**



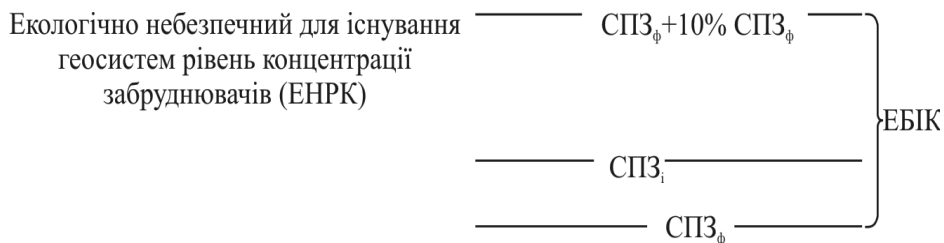
**Рис. 1. Конструктивно-екологічна модель екологічної безпеки та сталого розвитку Землі, Європейського Союзу, Карпатського Євро регіону, Держави України, її Західного регіону, адміністративних областей і районів, об'єднаних територіальних громад, населених пунктів та промислових, аграрних та інших підприємств**

**Основні розрахунки показників конструктивної екології та екологічної безпеки**

<p><math>ЕБ=f ( EA \rightarrow ОВНС \rightarrow ММП \rightarrow ЕР \rightarrow БЖ \rightarrow ГІС, ДЗЗ, ІТ )</math></p> <p><b>Екологічний аудит</b> – стратегічна екологічна оцінка сучасного екологічного стану та сучасної екологічної ситуації території ЕА-СЕО</p> <p style="text-align: center;"><math>EA=CEO=f ( E_{ст}, E_{си} )</math></p> <p><b>Екологічний стан</b> <math>E_{ст}</math> компонентів природно-антропогенних геосистем (ПАГС): літосфери (геологічного середовища) ЛТ, геофізсфери ГФ, геоморфосфери ГМ, гідросфери ГД, атмосфери АТ, педосфери ПД, фітосфери ФТ, зоосфери ЗС, демосфери ДМ, техносфери Т</p> <p style="text-align: center;"><math>E_{ст} = СПЗ_1 = СПЗ_2 = СПЗ_3 = СПЗ_4 = СПЗ_5 = СПЗ_6 = СПЗ_7 = СПЗ_8</math></p> <p style="text-align: center;">нормаль-    напру-    задовіль-    склад-    незадо-    перед-    критич-    катастро- ний          жений      ний          ний      вільний    кризовий    ний      фічний</p> <p><b>Екологічна ситуація</b> <math>E_{си}</math> – це мозаїка із <math>E_{ст}</math></p> <p>СПЗ – сумарний показник забруднення</p> <p><math>СПЗ = \frac{C_{i1}}{C_{\phi 1}} + \frac{C_{i2}}{C_{\phi 2}} + \dots + \frac{C_{in}}{C_{\phi n}}</math></p> <p><math>C_{i1}, C_{i2}, C_{i3} \dots C_{in}</math> - вміст забруднювачів у конкретних точках</p> <p><math>C_{\phi 1}, C_{\phi 2}, C_{\phi 3} \dots C_{\phi n}</math> – регіональні геохімічні фони забруднювачів</p> <p><math>C_{\phi}^T = C_{\phi n} - C_{\phi}^{II}</math> техногенна складова фону <math>C_{\phi}^T =</math> загальному фону <math>C_{\phi n}</math> мінус природна складова фону <math>C_{\phi}^{II}</math></p> <p><math>СПЗ = \frac{C_{i1} + \dots + C_{in}}{C_{\phi 1} \dots C_{\phi n}}</math> <math>EA_{тер} = CEO_{тер} = E_{си} \rightarrow ГІС_1</math></p> <p><math>EA_{тер}</math> – Екологічний аудит території = <math>CEO_{тер} = ГІС_1</math></p> <p style="text-align: center;"><b>Геоелекологічне районування території <math>ГЕ_{тер}</math></b></p> <p><math>ГЕ_{тер}</math> – просторова сукупність геоелекологічних структур різного екологічного стану</p> <p><math>ГЕ_{тер} =</math> мозаїка із <math>СПЗ^{T1}, СПЗ^{T2}, СПЗ^{T3} \dots СПЗ^{Tp}</math></p> <p><math>ГЕ_{тер} = \frac{СПЗ^{T1}}{ЛС}</math> – геоелекологічні структури : надзони, зони, підзони , смуги концентрації, смуги розсіювання, еліпси, овали, джерела та т.ін.</p> <p><math>ГЕ_{тер} \rightarrow ГІС_1</math></p>
<p><b>Оцінка впливів техногенних об'єктів на компоненти навколишнього середовища</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОВНС</b></p> <p><math>ОВНС = f \left( \frac{T}{ЛТ}, \frac{T}{ГФ}, \frac{T}{ГМ}, \frac{T}{ГД}, \frac{T}{АТ}, \frac{T}{ПД}, \frac{T}{ФТ}, \frac{T}{ЗС}, \frac{T}{ДС} \right) \longrightarrow ГІС_2</math></p> <p><math>T = f ( СПЗ_{ВМ}, СПЗ_{РР}, СПЗ_{НФ}, СПЗ_{МД}, СПЗ_{ПС} \dots СПЗ_N )</math></p> <p>ВМ – важкі метали, РР-радіоактивні речовини, НФ – нафтопродукти, МД – мінепальні добрива, ПС – пестициди, N – інші забруднювачі.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Моніторинг, моделювання, та прогнозування стану довкілля ММП</b></p> <p style="text-align: center;"><math>EA_1 \rightarrow EA_2 \rightarrow EA_3 \dots EA_n \rightarrow ГІС_3</math></p> <p style="text-align: center;"><b>Екологічні ризики ЕР</b></p> <p><math>ER_{територій} = f ( ER_{ЛТ}, ER_{ГФ}, ER_{ГМ}, ER_{ГД}, ER_{АТ}, ER_{ПД}, ER_{ФТ}, ER_{ЗС}, ER_{ДМ} ) \rightarrow ГІС_4</math></p>
<p><b>Безпека життєдіяльності населення БЖД</b></p> <p><math>ЕБІК \rightarrow БЖД \rightarrow ГІС_5</math></p>



**Екологічно безпечні межі життєдіяльності людини**



**Екологічно безпечний інтервал концентрації забруднювальних речовин для нормального розвитку геосистем (ЕБІК)**

Звідси 
$$ЕБІК = \sum_1^n \frac{(СПЗ_\phi + 0.1СПЗ_\phi) - СПЗ_i}{СПЗ_\phi^i}$$
,

де *ЕБІК* – екологічно безпечний для існування геосистем інтервал концентрації забруднювачів;

*n* – кількість врахованих забруднювачів;

$0.1СПЗ_\phi$  – десятивідсоткове перевищення фонового сумарного показника забруднення *i*-того елемента (речовини);

$СПЗ_i$  – сумарний показник забруднення *i*-того елемента (речовини);

$СПЗ_\phi^i$  – фоновий сумарний показник забруднення *i*-того елемента (речовини);

$СПЗ_\phi$  розраховується за формулою:

$$СПЗ_\phi = \sum_1^n \frac{C_i}{C_\phi}$$

а  $СПЗ_i$  – за формулою:

$$СПЗ_i = \sum_1^n \frac{C_i}{n}$$

Користуючись базами даних, та запропонованими новими комп'ютерними програмами, розраховуємо показники *KI<sub>бжс</sub>* та *ЕБІК* для територій розміщення нафтогазових родовищ та зображаємо отримані результати графічно.

**Геоінформаційна система досліджуваної території для оцінки її екологічної безпеки**  
 $GIC_{тер} = GIC_1 + GIC_2 + GIC_3 + GIC_4 + GIC_5$

**Конструктивно-екологічна територіальна модель екологічної безпеки та сталого розвитку Землі, Європейського Союзу, Карпатського Євро регіону, Держави України, її Західного регіону, адміністративних областей і районів, об'єднаних територіальних громад, населених пунктів та підприємств:**

$$EB_{тер} = f(EB_3 + EB_{ЕС} + EB_{КЄ} + EB_{ДУ} + EB_{ЗР} + EB_{ОБ} + EB_{РН} + EB_{ТГ} + EB_{НС} + EB_{ПП})$$

Інша небезпека – це зміна параметрів Землі (ексцентриситет, прецесії, «мерехтіння» вісі та ін.) за рахунок процесів на Сонці, або втручання у положення Землі на орбіті за рахунок зіткнення з крупними метеоритами, астероїдами або кометами, як уже не один раз було у геологічній історії Землі.

Які ж ще космічні небезпеки загрожують нам? Це не тільки сонячний вітер, а й інші іонізуючі випромінювання, що постійно охоплюють Землю, а також періодичні або спорадичні випромінювання, що виникають при спалахах наднових зірок і які вже неодноразово фіксувались у літописах та історичних спостереженнях наших предків та науковців останніх століть.

Але найбільша небезпека – це зіткнення з нашою планетою ще мало вивчених «бамбардувальників» – метеоритів та астероїдів, а також комет. І хоча ймовірність таких імпаکتів (ударів) дуже низька – від одної мільйонної до п'яти-десяти і стомільйонних, але коли це відбудеться – через 50 млн. років чи у наступному році нікому не відомо. Тому потрібно бути готовим до такої трагічної події весь час! І технології запобігання або захисту від цієї космічної небезпеки активно розробляються багатьма країнами та міжнародними організаціями.

Джерела поступлення небезпечних космічних тіл є різні. Метеорити можуть досягати Землі із метеоритного пояса, розташованого між орбітами Марса і Юпітера, астероїди – із хмари Оорта, що обертається навколо Сонця по за орбітою Плутона, на відстані кількох млрд. км від нашого світила, а комети – із пояса Койпера, що знаходяться на дуже далекій периферії Сонячної системи, у сотнях млрд. км від Сонця.

Не варто забувати також і про «космічне сміття» – це рештки МКС, супутників і ракет, які не завжди згорають в атмосфері, наближаючись до Землі, а досить часто падають на її поверхню у непередбачуваних місцях, як уже не раз бувало зі штучними космічними об'єктами СРСР та США.

Таким чином, космічна небезпека є серйозною причиною порушення глобальної безпеки Землі (ЕБ<sub>3</sub> на рис. 1) і вона повинна бути у центрі нашої уваги. Для цього необхідно під егідою ООН створити міждержавну службу виявлення, спостережень та захисту Землі від небезпечних космічних об'єктів, не забуваючи про земні джерела виникнення глобальних фізичних полів (динаміка ядра D<sub>я</sub> та мантиї D<sub>м</sub>), надпотужні з магнітудою до 7-8 землетруси та цунамі, що можуть вплинути на стабільність ядра, а також споруджень супергігантських технічних об'єктів на поверхні земної кори – кар'єрів глибиною у сотні та тисячі метрів, висотних гребель ГЕС, магістралів з населенням 10-20 млн. жителів і т. ін.).

**Європейська континентальна система екологічної безпеки Європейського Союзу ЕБ<sub>ЄС</sub>** (рис.1, табл. 1) запропонована автором даної статті у 2011 р. [5] і обґрунтовувалась вже кілька разів [9, 11, 15]. Тому немає необхідності писати про це детально. Вона основана на кількісних вимірюваннях вмісту забруднювальних речовин у ґрунтах, атмосферному повітрі, поверхневих водах та рослинності і є функцією від екологічного стану не тільки цих чотирьох, а усіх дев'яти компонентів довкілля (АТ, ГФ, ГМ, ГД, АТ, ПД, ФТ, ЗС, ДС) та техногенного тиску (Т) на них. При цьому враховується



також стан еколого-ресурсної безпеки Землі  $E_{БЗ}$ , а екологічний стан компонентів оцінюється усіма передбаченими процедурами екологічної безпеки, тобто екологічним аудитом ЕА, оцінкою впливу техногенних об'єктів на навколишнє середовище ОВНС, моніторингом, моделюванням та прогнозуванням стану довкілля ММП, екологічним ризиком ЕР та безпекою життєдіяльності БЖД (рис. 1, табл. 1). Загальна система континентальної безпеки Європейського Союзу будується з використанням ГС, ДЗЗ та ІТ.

**Міждержавна система екологічної безпеки Карпатського Єврорегіону  $E_{БКЄ}$**  (рис. 1, табл. 1) вперше розроблена була ще у 2003 р. у дипломному проекті Д.О. Зоріна, а опублікована О. М. Адаменком у 2008 р. [28]. Вона побудована за тим же принципом, що і  $E_{БЄС}$ , тобто включає системи еколого-ресурсної безпеки Землі  $E_{БЗ}$ , екологічної безпеки Європейського Союзу  $E_{БЄС}$ , екологічний стан усіх дев'яти компонентів довкілля (ЛТ, ГФ, ГМ, ГД, АТ, ПД, ФТ, ЗС, ДС), вплив на них техносфери Т) та усі процедури – складові екологічної безпеки (ЕА, ОВНС, ММП, ЕР, БЖД), «скріплені» геоінформаційними системами (ГС, ДЗЗ, ІТ).

**Українська національна система екологічної безпеки держави  $E_{БДУ}$**  (рис. 1, табл. 1) найменш розроблена, не зважаючи на те, що публікації для її обґрунтування з'явилися у роботах О. М. Маринича і П. Г. Шищенка [18], Л. Г. Руденка [30], В. А. Барановського [12], О. М. Адаменка [9, 11, 15], Г. І. Рудька [28] давно. Справа у тому, що у вказаних роботах надана загальна характеристика екологічної ситуації на території України, без посилання на конкретні точки спостереження – геоекологічні полігони, де визначався б екологічний стан того чи іншого компонента геоекосистеми. Лише по поверхневим водам опублікована система їх екологічного моніторингу [21]. Тому роботу по створенню просторової системи  $E_{БДУ}$  слід продовжувати у відповідності до вимог конструктивно-екологічної моделі (рис.1).

**Регіональна система екологічної безпеки Західного регіону України  $E_{БЗР}$**  (рис.1, табл. 1) розробила Л. В. Міщенко [19, 20] на основі 1441 геоекологічного полігону – точок відбору проб ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря та рослинності. Виконано кілька тисяч аналізів на вміст у вказаних компонентах забруднювачів – важких металів, радіонуклідів, пестицидів, надлишків мінеральних добрив, нафтопродуктів та ін. В результаті комп'ютерної обробки екологічної інформації побудовані відповідні бази даних, а на їх основі – сотні поелементних і покомпонентних еколого-техногеохімічних карт, запропоновано геоекологічне районування території зі 172 новими геоекологічними структурами – надзонами, зонами, підзонами, смугами, ареалами, овалами, еколого-геохімічними бар'єрами, джерелами, вогнищами та ін. Для кожної геоекологічної структури розроблений індивідуальний комплекс природоохоронних заходів. Важливим є поділ – відокремлення техногенної складової від природної у сумарному показнику забруднення.

Результати досліджень Л. В. Міщенко опубліковані також в узагальнюючих роботах О. М. Адаменка [4, 6, 8, 11] та кафедри екології ІФНТУНГ [15].

**Регіональні системи екологічної безпеки адміністративних областей  $E_{БОб}$**  (рис.1, табл. 1) розроблені О. М. Адаменком та Д. О. Зоріним на прикладах територій Івано-Франківської області [15] з використанням матеріалів М. М. Приходька [25], а також Закарпатської, Львівської та Тернопільської областей [9] з використанням матеріалів О. В. Побігун [23], Л. В. Міщенко [19, 20], В. М. Триснюка [32], С. С. Попа [24] та ін.

У екологічних системах екологічної безпеки широко використовуються дані моніторингових досліджень регіонального ієрархічного рівня (від 120 до 200 точок спостереження за змінами екологічного стану ґрунтового покриву і ґрунтових вод, донних відкладів, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу та ін. Основою ж для поетапних (2001, 2006, 2012 років) карт екологічної ситуації слугують ландшафтні та ландшафтно-геохімічні карти, які разом з картами розповсюдження забруднювачів складають просторове геоекологічне районування, на основі якого розроблені конкретні

рекомендації подальшої природоохоронної діяльності: довгострокові екологічні програми на п'ять років, чергові або невідкладні (термінові) заходи.

**Локальні системи екологічної безпеки адміністративних районів ЕБ<sub>рн</sub>** (рис. 1, табл. 1) ґрунтуються на екологічних дослідженнях масштабу 1 : 50 000 на геоecологічних полігонах, кількість яких на територіях адміністративних районів коливається від 80 до 200 у залежності від площі району, яка може змінюватись від 700 до 1 500 км<sup>2</sup>. Першу систему ЕБ<sub>рн</sub> розробила у 2000 р. Для Снятинського району Івано-Франківської рблaсті Л. В. Міщенко під керівництвом О. М. Адаменка [2]. Потім продовжував цю роботу В. М. Триснюк [32] для Гусятинського, О. В. Пендерецький [22] для Галицького, В. С. Скрипник [31] для Надвірнянського, О. М. Адаменко, Л. В. Міщенко і Д. О. Зорін [11] для Тисменицького, Монастириського, Бучацького та Заліщицького, І. В. Триснюк [33] для Кременецького і Шумського, Л.Я. Вітко [13] для Чортківського і Борщівського районів. Найбільш повно здійснені ці дослідження К. О. Радловською [26, 27] для територій Рогатинського та Богородчанського районів у 2011-2015 рр.

У районні системи екологічної безпеки закладені ті ж принципи, що і у попередні – області. Змінюється тільки масштаб досліджень – від 1 : 200 000 до 1 : 50 000 та їх детальність. Складності виникають тільки при виконанні екологічного моніторингу, тому що вимоги до локального моніторингу на рівні державних стандартів ще не існують. Тому ця робота виконується або за ініціативою наукових установ та вищих навчальних закладів, або за ініціативою окремих науковців при підготовці дисертацій. Іноді моніторингові дослідження на територіях адміністративних районів фінансуються з екологічних фондів областей, як це було у 1999-2001 рр. у Тернопільській та у 2003-2006 рр. в Івано-Франківській областях. На жаль ні обласні ні районні державні адміністрації ще не усвідомили необхідність виконання таких досліджень.

**Локальні системи екологічної безпеки об'єднаних територіальних громад ЕБ<sub>тг</sub>** (рис. 1, табл. 1) вперше запропонувала К. О. Радловська у 2015 р. спочатку у своїй кандидатській дисертації, а потім у монографії «Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад» [27]. Це в даний час, коли в Україні розпочинається адміністративно-територіальна реформа, особливо актуально: сільські громади добровільно об'єднуються у територіальні громади, яким передається від районних рад, а останнім від обласних і від центральної влади у Києві багато повноважень, у тому числі і бюджетних. Йде децентралізація влади на усіх рівнях. Наприклад, у Івано-Франківській області, у межах 14 адміністративних районів створюється на добровільній основі 53 об'єднаних територіальних громад. К. О. Радловська, виконуючи геоecологічне районування територій Рогатинського та Богородчанського районів, екологічно обґрунтувала віділення трьох громад у першому (Рогатинська, Нижньолипецька та Букачівська) і п'яти громад у другому (Богородчанська, Старобогородчанська, Солотвинська, Старунська і Яблунівська) районі. За площею ці об'єднані територіальні громади співпадають з геоecологічними структурами – геоecологічними смугами розсіювання, геоecологічними смугами концентрації, які були виділені К. О. Радловською [26, 27] при геоecологічному районуванні. Тобто кожна об'єднана територіальна громада має своє геоecологічне обґрунтування як природничий аргумент її виділення, про що наголошував О. М. Адаменко [10].

**Об'єктову систему екологічної безпеки населених пунктів ЕБ<sub>нс</sub>** (рис. 1, табл. 1) розробили на прикладі міста Івано-Франківська у 2001-2004 рр. О. М. Адаменко, Є. І. Крижанівський, Є. М. Нейко, Г. Г. Русанов, Л. В. Міщенко, О. М. Журавель та Н. І. Кольцова [3]. Ця робота була одним із 15 проєктів – переможців, відібраних та фінансованих Світовим банком із поданих на конкурс 2001 року в Україні 462 іноваційних ідей. Автори створили ком'ютеризовану систему екологічної безпеки (КСЕБ) з кореляцією захворюваності населення з екологічним станом усіх компонентів довкілля міської території. КСЕБ включає:

- бази даних різних рівнів захворюваності населення у різних мікрорайонах міста по 28 хворобах згідно з діючою міжнародною класифікацією хвороб (МКХ);
- база даних щодо забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря й рослинності важкими металами, радіонуклідами, нафтопродуктами та ін.;
- комп'ютерні карти сучасного стану геологічного середовища, геофізичних полів, геоморфосфери, ландшафтів;
- електронні карти хімічного забруднення 12 інгредієнтами ґрунтів, гідросфери, атмосфери й фітосфери;
- карти сучасного стану техносфери міста, де в той час діяли 80 підприємств;
- кореляційні залежності між різними захворюваннями та ступенем трансформації довкілля.

Робота ґрунтувалась на 248 точках відбоу проб з використанням топографічних карт масштабу 1 : 10 000.

У 2014 р. наші матеріали були повторно оброблені М. В. Крихівським [17] з використанням математичних комп'ютерних програм, що підтвердило високий ступень кореляції показників захворюваності зі станом довкілля. Такі ж результати отримала також Н. В. Фоменко [34] при дисертаційних дослідженнях.

**Об'єктова система екологічної безпеки підприємств ЕБ<sub>шп</sub>** (рис. 1, табл. 1) розробила Л. В. Міщенко [19, 20] під керівництвом О. М. Адаменка [11, 15] у 2003-2005 рр. на прикладі території ПАТ «Івано-Франківськцемент» методами екологічного аудиту території підприємства. Була обрана мережа спостережень, яка включає 16 профілів з 77 геоекологічними полігонами – точками, де були відібрані проби ґрунтів, атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод та рослинності для визначення їх забруднення різними хімічними речовинами. Дослідження виконувались на базі топографічних карт масштабу 1 : 10 000 та космічних знімків. В результаті територія підприємства «розбракowana» на чотири екологічні стани: нормальний, задовільний, напружений і складний.

Побудовані поелементні та покомпонентні еколого-техногеохімічні карти, що характеризують взаємодію двох складових – природних ландшафтів та техногенного забруднення. При цьому утворюються нові структури – геоекологічні смуги концентрації та геоекологічні смуги розсіювання, які є геоекотипами структур 1 порядку, що відповідають ландшафтним місцевостям. На їх фоні виникають менші за розмірами геоекологічні структури 2 порядку – геоекологічні вузли і еліпси, які не завжди приурочені до конкретних ландшафтних структур, як це має місце у смуг-місцевостей. Ще менший зв'язок з ландшафтними одиницями мають геоекологічні вонища або джерела забруднення, які є геоекотипами геоекологічних структур 3 порядку. Вони відповідають контурам забруднення ґрунтів, атмосферного повітря, ґрунтових вод і рослинності, які не завжди співпадають між собою. Тому при дослідженнях екологічного стану на територіях промислових підприємств необхідно виконувати їх детальну оцінку та розробляти відповідно свій індивідуальний комплекс природоохоронних заходів.

Об'єктові системи екологічної безпеки промислових, аграрних та інших підприємств є нижньою ланкою – нижнім «поверхом» запропонованої нами конструктивно-екологічної моделі екологічної безпеки.

**Висновки з даного дослідження та перспективи.** Конструктивна екологія як новий науковий напрямок досліджень у галузі Наук про Землю тільки «набирає оберти», підпорядковуючись загальній парадигмі системного аналізу геосистем, які порушені антропогенним втручанням у хід природних процесів. Із запропонованої автором конструктивно-екологічної моделі екологічної безпеки можна зробити висновок, що забезпечення сталого розвитку в умовах стримування глобального розвитку в умовах стримування глобального потепління не вище 2 % за XXI століття, як було прийнято у грудні 2015 р. у Парижі 198 країнами світу, повинно базуватись на гармонізації відносин у системі тріади природа-господарство-людина. Така гармонізація є науково обґрунтованим

управлінням (екологічним менеджментом) складною природно-господарсько-суспільною системою на основі розумного обмеження своїх потреб, щоб стан довкілля відновлювався, економіка розвивалась, а людина почувала себе комфортно та забезпечувала такий же розвиток для майбутніх поколінь.

### Література

1. Адаменко О. М. Екологічна геологія / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько. – К.: Манускрипт, 1998. – 350 с.
2. Адаменко О. М. Екологічний аудит територій. / О. М. Адаменко, Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ : Факел, 2000. – 342 с.
3. Адаменко О. М. Екологія міста Івано-Франківська / О. М. Адаменко, Є. І. Крижанівський, Є. М. Нейко та ін. – Івано-Франківськ: Сіверсія МВ, 2004. – 200 с.
4. Адаменко О. М. Конструктивна екологія / О. М. Адаменко // Наш майбутній дім – Екоєвропа. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2007. – С. 189-223.
5. Адаменко О. М. Комп'ютеризована система екологічної безпеки Центральної та Східної Європи / О. М. Адаменко // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2011, № 2 (4) – С. 8-10.
6. Адаменко О. М. Методика складання екологічних карт / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Д. О. Зорін, Н. О. Зоріна // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012, № 1 (5) – С. 14-19.
7. Адаменко О. М. Технологія екологічних досліджень / Адаменко О. М. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2013, № 1 (7) – С. 5-9.
8. Адаменко О. М. Технология экологических исследований / О.М. Адаменко // Геоэкополитика и экогеодинамика регионов. Научный журнал Таврического нац. ун-та им. В.И. Вернадского / О. М. Адаменко. – Симферополь, 2014 – том 10, вып.2. – С. 22-28.
9. Адаменко О. М. Конструктивная экология/О.М. Адаменко// LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland, 2014. – 122 с.
10. Адаменко О. М. Об'єднанню територіальних громад – екологічне обґрунтування / О. М. Адаменко // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2015, № 2 (12) – С. 134-135.
11. Адаменко О. М. Комп'ютеризовані системи екологічної безпеки/ О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. В. Міщенко, Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2015. – 208 с.
12. Барановський В. А. Україна. Забруднення природного середовища/ В. А. Барановський. – Київ: Укргеодезкартографія, 1996. – 137 с.
13. Вітко Л. Я. Геоекоекологічна оцінка компонентів довкілля Подільського Придністров'я: автореф. дис. на здоб. наук ступеня канд. географ. наук/ Л. Я. Вітко. – Львів, 2010. – 21с.
14. Герасимов И. П. Принципы и методы геосистемного мониторинга / И. П. Герасимов // Изв. АН СССР, серия географ. – 1982, № 2. – С. 5-12.
15. Екологічна безпека територій: колективна монографія [автори: О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та ін.] – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2014. – 444 с.
16. Зорін Д. О. Екологічна безпека Дністровського каньйону як регіонального коридору національної екологічної мережі України/ Д. О. Зорін // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2011, № 2 (4) – С. 44-55.
17. Крихівський М. В. Прогнозування показників екологічної безпеки міст за результатами моніторингу навколишнього середовища (на прикладі м. Івано-Франківська): . дис. на здоб. наук ступеня канд. техн. наук/ М. В. Крихівський. – Івано-Франківськ, 2014. – 21 с.
18. Маринич О. М. Фізична географія України / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К. : Знання, 2006. – 511 с.

19. Міщенко Л. В. Геоєкологічне районування. Наукова монографія за ред. О. М. Адаменка / Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2011. – 408 с.
20. Міщенко Л. В. Природно-техногенна безпека територій Західного регіону України / Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2014. – 452 с.
21. Національний атлас України. – Київ: ДНАЦ «Картографія», 2007. – 440 с., 875 іл.
22. Пендерецький О. В. Екологія Галицького району/ О. В. Пендерецький. – Івано-Франківськ: Нова зоря, 2005. – 201 с.
23. Побігун О.В. Геоєкологічний моніторинг Карпатського регіону України як основа раціонального природокористування / О.В. Побігун: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата географічних наук: спеціальність 11.00.11 «Конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів». – Львів, 2005. – 20 с.
24. Поп С. С. Природні ресурси Закарпаття / С. С. Поп. – Ужгород: Карпати, 2009. – 310 с.
25. Приходько М. М. Екологічна безпека природних і антропогенно-модифікованих геосистем / М. М. Приходько. – Київ, 2013. – 201 с.
26. Радловська К. О. Сучасний моніторинг довкілля локального рівня для територій адміністративних районів / К. О. Радловська: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук. – Київ, 2015. – 20 с.
27. Радловська К. О. Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад / К. О. Радловська. – Івано-Франківськ: Петраш К. Т., 2015. – 188 с.
28. Рудько Г. І. Конструктивна геоєкологія: наукові основи та практичне втілення / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – Чернівці: Маклауд, 2008. – 320 с.
29. Рудько Г. І. Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – Київ: Академпрес, 2009. – 512 с.
30. Руденко Л. Г. Концептуальні основи еколого-географічних досліджень та еколого-географічного картографування / Л. Г. Руденко, А. І. Бочавська // Український географічний журнал. – 1995, №3. – С. 56-62.
31. Скрипник В. С. Система екологічного моніторингу та заходи стабілізації довкілля Надвірнянського газонафтопромислового району: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук / В. С. Скрипник. – Львів, 2006. – 20 с.
32. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району Тернопільської області. Монографія / В.М. Триснюк. – Тернопіль: Терно-граф, 2005. – 225с.
33. Триснюк І. В. Екологічний стан геосистем в межах Кременецьких гір: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. геогр. наук / І. В. Триснюк. – Львів, 2012. – 20 с.
34. Фоменко Н. В. Сучасна екологічна ситуація в м.Івано-Франківську та система забезпечення екологічної безпеки міської території: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. геогр. наук / Н. В. Фоменко. – Чернівці, 2006. – 20 с.
35. Izrael Yu. A. The problem of air pollution and other aspects of environmental pollution. The concept of monitoring and regulating the quality of the environment, WMO, 1979, № 517-Geneva, pp. 3-9.
36. Mann R. F. Global environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCORE. Rep. 3 – Toronto, 1973, 130p.
37. Pollution monitoring and research in the farmwork of MAB Programme. Moscow. 23-26 Apr. 1974. – MAB rep. ser. № 20. Paris: UNESCO, 1974, pp.58-63.

*Поступила в редакцію 14 грудня 2015 року.*

*Рекомендував до друку докт. техн. наук Мандрик О.М.*