УДК 505.4

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КОНСТРУКТИВНОЇ ЕКОЛОГІЇ

Олег Адаменко
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

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 завдяки конструюванню 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, грунтовий 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.

Постановка проблеми в загальному вигляді її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Пошуки універсальної концепції, яка б об'єднала численні підходи до визначення екологічної безпеки як території і народногосподарських об'єктів, змусили нас скрупульозно підійти до чіткої детермінації та ідентифікації існуючих понять та меж їхнього однозначного використання як у науковій, так і у практичній сферах. У результаті понад десятилітніх досліджень ми відшукали, як нам видається, найприйнятнішу форму взаємодії цих понять, що знайшло своє відображення у запропонованій нижче моделі конструктивної екології. Ми виходили з того, що «екологія – це вміння жити у своєму домі», отож модель нагатувати схематичну конструкцію будинку. (Про це буде йтиме мова нижче).

Характеризуючи проблему екології та екологічної безпеки загалом, зазначимо, що сьогодні як ніколи, важливо забезпечити так гармонійний розвиток господарства, людини і природи, щоб технічне втручання у біосферу Землі [4, 5] не зашкодило якості середовища, у якому ми живемо. Ми є свідками не тільки активних і неоднозначних політичних баталій, у котрих використовують і екологічну інформацію, а й проявів низької екологічної культури навіть екологічного невігластва пересічних громадян, керівників промислових підприємств і працівників владних структур.

© Адаменко О., 2016

Відчувається брак не тільки чистої води і повітря, а й елементарних екологічних знань. Ця обставина змушує 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 на які спирається автор, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Автори 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 геоекологічного районування *природно-антропогенних геосистем* (ПАГС).

Екологічна (природно-техногенна) безпека – це визначення та обґрунтування степеня відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов міжнародним стандартам якості довкілля, завданням збереження здоров'я людини, захисту та відновлення навколишнього середовища. Екологічна безпека, що поєднує природну та технічну складові, 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).

Геоекологічне районування територій [19] (природно-антропогенних геосистем) – 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, а з іншого, – критерію єдності, цілісності.

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

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Не вирішеними досі частинами розглянутої вище загальної проблеми дослідження, є ***побудова конструктивно-екологічної моделі*** екологічної безпеки, яка б на засадах конструктивної екології об'єднала зазначені вище поняття: природно-антропогенну систему, екологічний аудит, стратегічну екологічну оцінку, геоекологічне 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). Метою нашої роботи є теоретичне обґрунтування нового наукового напрямку у Науках про Землю – ***конструктивної екології***. Вперше її виокремив О. М. Адаменко [4, с. 189–223] у четвертому розділі «Конструктивна екологія» четвертого тому свого роману життя, науки і кохання «Наш майбутній дім – Екоєвропа» (2007). У монографії Г. І. Рудька та О. М. Адаменка «Конструктивна геоекологія» [28, с. 29-60] продовжено теоретичне та прикладне обґрунтування цього терміна, а 2014 р. академічне видавництво «Lambert» (Саарбрюкен, ФРН) опублікувало монографію О. М. Адаменка «Конструктивная экология» [9].

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» 2015 р. з'явилася нова спеціальність. При цьому стара назва «Екологія та охорона навколишнього середовища» залишилась у Переліку як «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 протягом 2012–2013 рр. статті у фахових журналах «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»: 2012 р. – під назвою «Методика складання екологічних карт» [6] та 2013 р. під назвою «Технологія екологічних досліджень», а також виступив з доповіддю під тією ж назвою на пленарному засіданні І Міжнародної науково-практичної конференції (21 вересня 2012 р., м. Івано-Франківськ). Стаття опублікована у Сімферополі [8] і розміщена згодом в інтернеті, привернула увагу академічного видавництва «Lambert» (Саарбрюкен, ФРН), яке і запропонувало О.М. Адаменку підготувати й опублікувати монографію «Конструктивная экология» [9].

Стисло «конструктивну екологію» як «технологію захисту навколишнього середовища» відображено на рис. 1 та у 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 до «даху», чи навпаки – від «даху» і 9-го «поверху» вниз, до 1-го. Зважаючи на те, що у кожному нижньому «поверсі» необхідно враховувати впливи вищих «поверхів», ми обираємо шлях згори – вниз.

Отже, *екологічна безпека* (ЕБ) кожного «поверху» враховує вплив усіх верхніх «поверхів», а також «даху» (еколого-ресурсної безпеки Землі), а 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 $ЕБ_з$.

Таку систему обґрунтовано у рішеннях міжнародних конференцій з навколишнього середовища у Стокгольмі (1972), Найробі (1974) і Ризі (1978), про що йдеться у працях вітчизняних і зарубіжних дослідників [14, 35, 36, 37]. Недоліком запропонованих систем глобального моніторингу вважають часткове врахування усіх компонентів довкілля Землі, передусім її внутрішніх геосфер – ядра, мантії та земної кори. Головними об'єктами глобального моніторингу ГСМОС є атмосфера (АТ), гідросфера (ГД) та грунтовий покрив – педосфера (ПД). Зовсім не беруть до уваги геофізичні поля Землі та Космосу – геофізсфери (ГФ), рослинний покрив – фітосферу (ФТ), тваринний світ – зоосферу (ЗС), стан здоров'я населення – демосферу (ДС) і космічну небезпеку – захист Землі від астероїдів та метеоритів (ЕБкосм), і в меншій мірі – екологічний стан геологічного середовища – літосферу (ЛТ) та екзо- й ендодинаміку рельєфу – геоморфосферу (ГМ).

За пропонованою нами моделлю (рис. 1; табл. 1) екологічної будівлі нам необхідно навчитись жити, під її «дахом» ми розміщуємо усі головні об'єкти динаміки Землі та її екологічної безпеки. Детально про це ми написали у

КОНСТРУКТИВНА ЕКОЛОГІЯ - ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА
ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

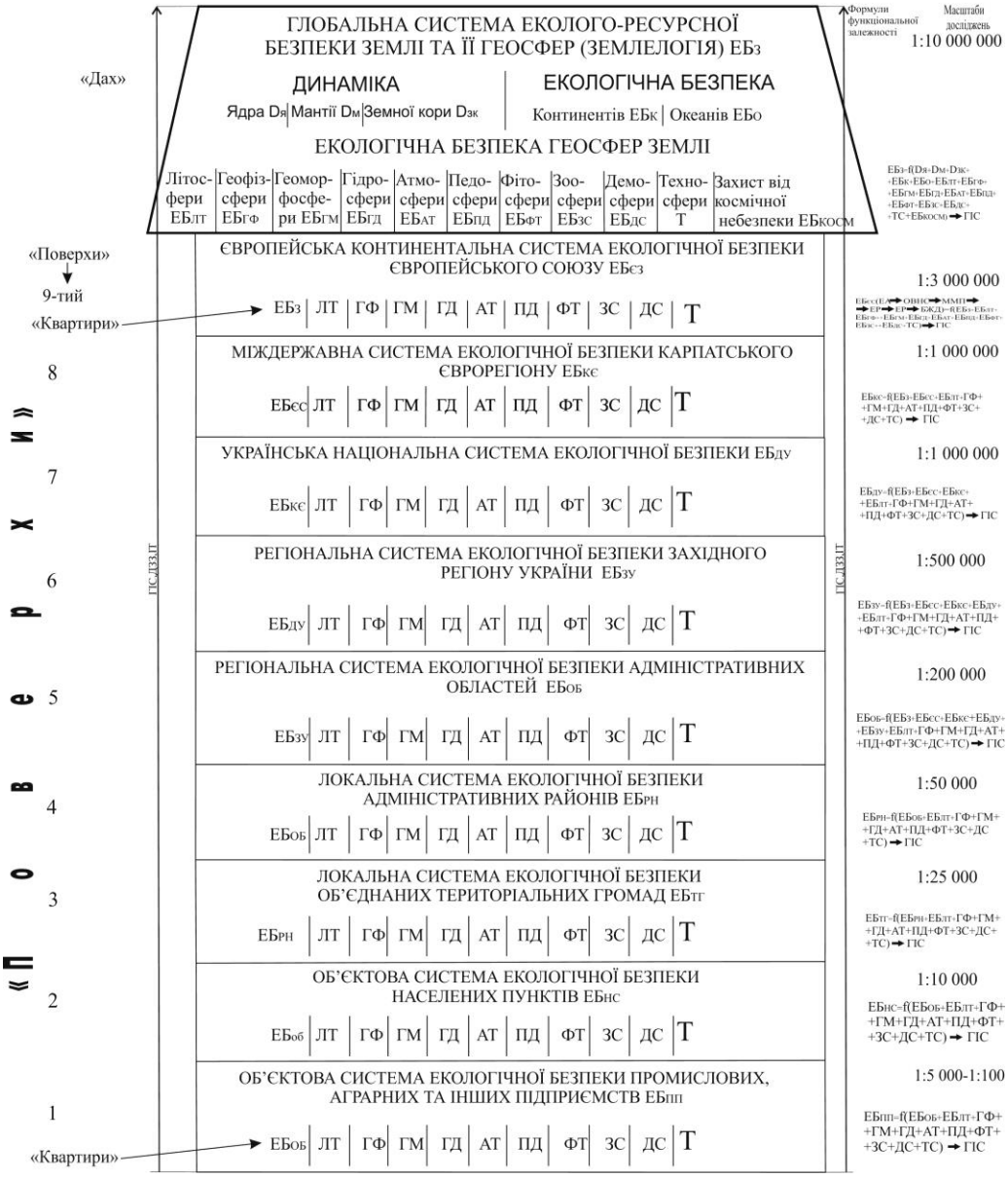


Рис. 1. Конструктивно-екологічна модель екологічної безпеки та сталого розвитку Землі, Європейського Союзу, Карпатського Єврорегіону, Держави України, її Західного регіону, адміністративних областей і районів, об'єднаних територіальних громад, населених пунктів та промислових, аграрних та інших підприємств

Таблиця 1

Основні розрахунки показників конструктивної екології та екологічної безпеки

ЕБ=*f* (ЕА → ОВНС → ММП → ЕР → БЖ → ГІС, ДЗЗ, ІТ)

Екологічний аудит – стратегічна екологічна оцінка сучасного екологічного стану та сучасної екологічної ситуації території ЕА-СЕО

$$ЕА=СЕО=f\ (Е_{ст}, Е_{си})$$

Екологічний стан ($Е_{ст}$) 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:

$СПЗ_1$	$СПЗ_2$	$СПЗ_3$	$СПЗ_4$	$СПЗ_5$	$СПЗ_6$	$СПЗ_7$	$СПЗ_8$
нормальний	напружений	задовільний	складний	незадовільний	передкризовий	критичний	катастрофічний

Екологічна ситуація $Е_{си}$ – це мозаїка із $Е_{ст}$:

СПЗ – сумарний показник забруднення

$$СПЗ=\frac{C_{i1}}{C_{ф1}}+\frac{C_{i2}}{C_{ф2}}+.....\frac{C_{in}}{C_{фn}}$$

C_{i1}, C_{i2}, C_{i3} …… C_{in} - вміст забруднювачів у конкретних точках

$C_{ф1}, C_{ф2}, C_{ф3}$ …. $C_{фn}$ – регіональні геохімічні фони забруднювачів

$C^{T}_{ф} = C_{фn} – C^{П}_{ф}$ техногення складова фону $C^{T}_{ф}$ = загальному фону $C_{фn}$ мінус природна складовіа фону $C^{П}_{ф}$.

$$СПЗ=\frac{C_{i1}}{C_{ф1}}+.....\frac{C_{in}}{C_{фn}}$$

$ЕА_{тер} = СЕО_{тер} = Е_{си} \rightarrow ГІС_1$

$ЕА_{тер}$ – Екологічний аудит території = $СЕО_{тер} = ГІС_1$

Геоекологічне районування території $ГЕ_{тер}$

$ГЕ_{тер}$ – просторова сукупність геоекологічних структур різного екологічного стану

$ГЕ_{тер}$ = мозаїка із $СПЗ^{Т1}$, $СПЗ^{Т2}$, $СПЗ^{Т3}$ ….. $СПЗ^{Тn}$

$ГЕ_{тер} = \frac{СПЗ^{Т1}}{ЛС}$ – геоекологічні структури : надзони, зони, підзони, смуги концентрації, смуги розсіювання, еліпси, овали, джерела та ін.

$ГЕ_{тер} \rightarrow ГІС_1$

Оцінка впливів техногенних об'єктів на компоненти навколишнього середовища ОВНС

$$ОВНС=f(\frac{Т}{ЛТ}, \frac{Т}{ГФ}, \frac{Т}{ГМ}, \frac{Т}{ГД}, \frac{Т}{АТ}, \frac{Т}{ПД}, \frac{Т}{ФТ}, \frac{Т}{ЗС}, \frac{Т}{ДС}) \longrightarrow ГІС_2$$

$Т = f\ (СПЗ_{ВМ}, СПЗ_{РР}, СПЗ_{НФ}, СПЗ_{МД}, СПЗ_{ПС}$ …. $СПЗ_N)$

ВМ – важкі метали, РР-радіоактивні речовини, НФ – нафтопродукти, МД – мінепальні добрива, ПС – пестициди, N – інші забруднювачі.

Продовження таблиці 1

Моніторинг, моделювання, та прогнозування стану довкілля ММП

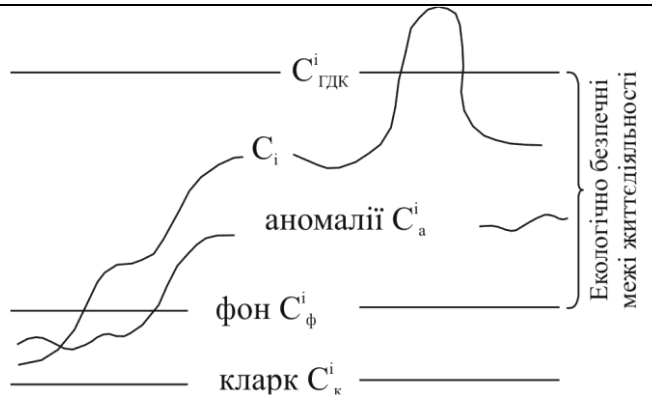
$ЕА_1 \rightarrow ЕА_2 \rightarrow ЕА_3 \ldots\ldots\ldots ЕА_п \rightarrow ГІС_3$

Екологічні ризики ЕР

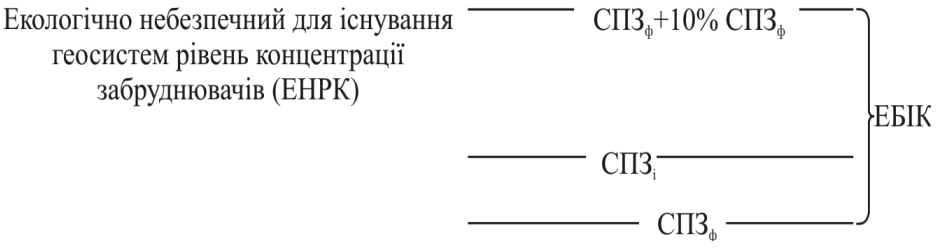
$ЕР_{територій} = f\ (\ ЕР_{ЛТ}, ЕР_{ГФ}, ЕР_{ГМ}, ЕР_{ГД}, ЕР_{АТ}, ЕР_{ПД}, ЕР_{ФТ}, ЕР_{ЗС}, ЕР_{ДМ}\ ) \rightarrow ГІС_4$

Безпека життєдіяльності населення БЖД

ЕБІК → БЖД → $ГІС_5$



Екологічно безпечні межі життєдіяльності людини



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

Звідси $ЕБІК = \sum_1^n \frac{(СПЗ_ф + 0.1СПЗ_ф) - СПЗ_i}{СПЗ^i_ф}$,

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

n – кількість врахованих забруднювачів;

$0.1СПЗ_ф$ – десятивідсоткове перевищення фонового сумарного показника забруднення і-го елемента (речовини);

Закінчення таблиці 1

$СПЗ_i$ – сумарний показник забруднення і-го елемента (речовини);

$СПЗ_ф^i$ – фоновий сумарний показник забруднення і-го елемента (речовини);

$СПЗ_ф$ розраховується за формулою:

$$СПЗ_ф = \sum_1^n \frac{C_i}{C_ф};$$

а $СПЗ_i$ – за формулою:

$$СПЗ_i = \sum_1^n \frac{C_i}{n} \cdot$$

Користуючись базами даних та запропонованими новими комп'ютерними програмами, розраховуємо показники $КІ_{бж}$ та $ЕБІК$ для територій розміщення нафтогазових родовищ. Зображаємо отримані результати графічно.

Геоінформаційна система досліджуваної території для оцінки її екологічної безпеки

$ГІС_{тер} = ГІС_1 + ГІС_2 + ГІС_3 + ГІС_4 + ГІС_5$

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:

$ЕБ_{тер} = f(ЕБ_З + ЕБ_{ЄС} + ЕБ_{КЄ} + ЕБ_{ДУ} + ЕБ_{ЗР} + ЕБ_{ОБ} + ЕБ_{РН} + ЕБ_{ТГ} + ЕБ_{НС} + ЕБ_{ПП})$

монографії Г. І. Рудька і О. М. Адаменка «Землелогія» [29], яку опубліковано 2009 р.

Важливість включення у глобальну систему еколого-ресурсної безпеки Землі ($ЕБ_з$) її внутрішніх геосфер та космічної безпеки ($ЕБ_{косм}$) обгрунтовано тим, що екологічний стан поверхневих геосистем – континентів ($ЕБ_к$) і океанів ($ЕБ_о$), 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 в обох сферах ядра, можуть впливати на швидкість їхнього обертання навколо осі Землі, нахилу осі до площини орбіти, її ексцентриситесу, що на поверхні планети проявляється у міграції полюсів, змінах магнітних, гравітаційних, електромагінтних та інших фізичних полів, інверсіях магнітних

зон і т. д. З іншого боку, деякі прояви зовнішньої ендогеодинаміки на поверхні Землі (Чилійський землетрус з магнітудою 8,5; цунамі 24 грудня 2004 р. у східній частині Індійського океану та ін.) спичмнили вимірювальні зміщення земної осі у кілька кутових секунд.

Космічна небезпека останніми роками вийшла з-під опіки наукової фантастики і стала повновправним членом наукової організації та загальної безпеки нашої планети. Саме розташування Землі на орбіті у Сонячній системі (на відстані 150 млн км від Сонця), між орбітами Венери (108,2 млн.км від Сонця) та Марса (227,9 млн км) гарантувало появу біосфери та безпеку життя на Землі, оскільки на поверхні планети тиск становить 1 атм, середня температура трохи вища 0 °С, а її підвищення до +15 °С відбувається 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 висоті 300–500 км досягає тисячі рентген, отож *міжнародні космічні станції* (МКС) не літають вище 300 км від поверхні Землі, щоб не будувати їх з товстими захисними стінками, які різко збільшуватимуть вагу і вартість МКС. Отже, Земля своїм положенням на орбіті навколо Сонця, а також магнітним полем надійно захищена від небезпечного Космосу. Проте цей захист не є суцільним щитом. Навпаки, це крихка мембрана, яка з'єднує нас з міжпланетним простором. І цей захист може будь-коли порушитись, якщо внутрішнє ядро – генератор магнітного поля Землі – змінить швидкість або інші параметри свого обертання навколо осі нашої планети.

Інша небезпека – це зміна параметрів Землі (ексцентриситет, прецесів, «мерехтіння» осі та ін.) за рахунок процесів на Сонці, або втручання у положення Землі на орбіті за рахунок зіткення з крупними метеоритами, астероїдами або кометами, як уже траплялось у геологічній історії Землі.

Які ж іще космічні небезпеки загрожують нам ? Це не тільки сонячний вітер, а й іонізуючі випрамінювання, що постійно охоплюють Землю, а також періодичні або спорадичні випромінювання, що виникають під час спалахів наднових зірок і які вже зафіксувано у літописах та історичних спостереженнях наших предків та науковців упродовж останніх століть.

Однак найбільша небезпека – це зіткнення з нашою планетою ще мало вивчених «бомбардувальників» – метеоритів, астероїдів, комет. І хоча ймовірність таких імпактів (ударів) дуже низька – від однієї мільйонної до пяти-десяти і стомільйонних, коли це відбудеться – через 50 млн років чи у наступному році – нікому не відомо. Технології запобігання або захисту від цієї космічної небезпеки активно розробляє чимало країн та міжнародних організацій.

Джерела потрапляння на Землю небезпечних космічних тіл різні. Метеорити можуть досягати Землі із метеоритного пояса, розташованого між орбітами Марса та Юпітера, астероїди – із хмари Оорта, що обертається навколо Сонця поза орбітою Плутона, на відстані кількох мільярдів кілометрів від нашого

світила, а комети – із пояса Койпера, що знаходиться на дуже далекій периферії Сонячної системи, у сотнях мільярдів кілометрів 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 доволі часто падають на її поверхню у непередбачуваних місцях.

Отже, космічна небезпека є серйозною причиною порушення глобальної безпеки Землі (ЕБ$_З$ на рис. 1) і її необхідно контролювати. З цією метою необхідно під егідою ООН доцільно створити міждержавну службу виявлення, спостережень та захисту Землі від небезпечних космічних об'єктів, не забуваючи про земні джерела виникнення глобальних фізичних полів (динаміка ядра $D_я$ та мантії $D_м$), 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, висоти гребель ГЕС, мегаполісів з населенням у 10–20 млн жителів та ін.).

Європейська континентальна система екологічної безпеки Європейського Союзу ЕБ$_{єс}$ (див. рис.1; табл. 1) запропонлвана автором даної статті у 2011 р. [5] і обгрунтовано вже кілька разів [9, 11, 15]. Вона базується на кількісних вимірюваннях вмісту забруднювальних речовин у грунтах, атмосферному повітрі, поверхневих водах та рослинності і є фукцією 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. Враховано також стан еколого-ресурсної безпеки Землі Е$_{БЗ}$, а екологічний стан компонентів оцінено 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 (див. рис. 1, табл. 1). Загальну систему континентальної безпеки Європейського Союзу побудовано з використанням ГІС, ДЗЗ та ІТ.

Міждержавну систему екологічної безпеки Карпатського Єврорегіону ЕБ$_{кє}$ (див. рис. 1, табл. 1) вперше розроблено була ще 2003 р. у дипломному проекті Д. О. Зоріна, а опубліковано О. М. Адаменком у 2008 р. [28]. Її побудовано за тим самим принципом, що й Ебєс, тобто включає системи еколого-ресурсної безпеки Землі ЕБ$_З$, екологічної безпеки Європейського Союзу ЕБ$_{ЄС}$, 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 (ГІС, ДЗЗ, ІТ).

Українська національна система екологічної безпеки держави ЕБду (див. рис. 1, табл. 1) найменш розроблена, незважаючи на те, що публікації для її обгрунтування з'явились у працях 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. У зазначених роботах подано загальну характеристику екологічної ситуації на території України без посилання на конкретні точки спостереження – геоекологічні полігони, де визначали екологічний стан того чи іншого компонента геоекосистеми. Лише щодо поверхневих вод опубліковано систему їхнього екологічного моніторингу [21]. Отож роботу зі створення

просторової системи ЕБду слід продовжувати відповідно до вимог конструктивно-екологічної моделі (див. рис. 1).

Регіональну систему екологічної безпеки Західного регіону України ЕБзр (див. рис.1, табл. 1) розробила Л. В. Міщенко [19, 20] на основі 1 441 геоекологічного полігону – точок відбору проб грунтів, поверхневих і грунтових вод, атмосферного повітря та рослинності. Виконано кілька тисяч аналізів на вміст у перелічених 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 їхній основі – сотні поелементних і покомпонентних еколого-техногеохімічних карт, запропоновано геоекологічне районування території зі 172-ма 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 працях О. М. Адаменка [4, 6, 8, 11] та кафедри екології ІФНТУНГ [15].

Регіональні системи екологічної безпеки адміністративних областей ЕБоб (див. рис.1, табл. 1) розроблено 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.

В екологічних системах екологічної безпеки широко використовують дані моніторингових досліджень регіонального ієрархічного рівня (від 120 до 200 точок спостереження за змінами екологічного стану грунтового покриву і грунтових 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 вибудовують 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 ЕБрн (див. рис. 1, табл. 1) грунтуються на екологічних дослідженнях масштабу 1 : 50 000 на геоекологічних полігонах, кількість яких на територіях адміністративних районів коливається від 80 до 200, залежно від площі району, яка може змінюватись від 700 до 1 500 км^2. Першу систему ЕБрн розробила 2000 р. Для Снятинського району Івано-Франківської області Л. В. Міщенко під керівництвом О. М. Адаменка [2]. Згодом цю роботу продовжував 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. Найповнішими ці дослідження К. О. Радловською [26,

27], їх виконано для територій Рогатинського та Богородчанського районів (2011-2015).

У районні системи екологічної безпеки закладені ті ж принципи, що й у попередні – області. Змінюється тільки масштаб досліджень (від 1 : 200 000 до 1 : 50 000) та їхню детальність. Складності виникають тільки за виконання екологічного моніторингу, оскільки вимог до локального моніторингу на рівні державних стандартів ще немає. Отож цю роботу виконують або за ініціативою наукових установ та вищих навчальних закладів, або за ініціативою окремих науковців під час підготовки дисертацій. Іноді моніторингові дослідження на територіях адміністративних районів фінансують з екологічних фондів областей, як це було продовж 1999-2001 рр. у Тернопільській та 2003-2006 рр. в Івано-Франівській областях. На жаль, ні обласні, ні районні державні адміністрації ще не усвідомили необхідності виконання таких досліджень.

Локальні системи екологічної безпеки об'єднаних територіальних громад ЕБ$_{тг}$ (див. рис. 1, табл. 1) вперше запропонувала К. О. Радловська 2015 р. спочатку у своїй кандидатській дисертації, а згодом у монографії «Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад» [27]. У час, коли в Україні розпочинається адміністративно-територіальна реформа, це доволі актуально: сільські громади добровільно об'єднуються у територіальні громади, яким передають від районних рад, а останнім – від обласних і від центральної влади у Києві багато повноважень, у тому числі й бюджетних. Відбувається децентраліцація влади на усіх рівнях. Наприклад, в Івано-Франківській області, у межах 14-ти адміністративних районів створюють на добровільній основі 53 об'єднані територіальні громади. Виконуючи геоекологічне районування територій Рогатинського та Богородчанського районів, К. О. Радловська екологічно обгрунтувала виділення трьох громад у першому (Рогатинська, Нижньолипецька та Букачівська) і п'яти громад у другому (Богородчанська, Старобогородчанська, Солотвинська, Старуньська і Яблунівська) районі. За площею ці об'єднані територіальні громади співпадають з геоекологічними структурами – геоекологічними смугами розсіювання, геоекологічними смугами концентрації, виокремлені К. О. Радловською [26, 27] під час геоекологічного районування. Кожна об'єднана територіальна громада має своє геоекологічне обгрунтування як природничий аргумент її виділення, про що наголошував О. М. Адаменко [10].

Об'єктову систему екологічної безпеки населених пунктів ЕБ$_{НС}$ (див. рис. 1, табл. 1) розробили на прикладі міста Івано-Франківська протягом 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 праця була одним із 15-ти проектів – переможців, відібраних та фінансованих Світовим банком із поданих на конкурс 2001 року в Україні 462-х інноваційних ідей. Автори створили ком'ютеризовану систему екологічної безпеки з кореляцією захворюваності навелення з екологічним станом усіх компонентів довкілля міської території. КСЕБ містить:

- бази даних різних рівнів захворюваності населення у різних мікрорайонах міста по 28-ми хворобах згідно з діючою *міжнародною класіфікацією хвороб* (МКХ);

- бази даних щодо забруднення грунтів, поверхневих і грунтових 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-ма інгредієнтами грунтів, гідросфери, атмосфери й фітосфери;

- карти сучасного стану техносфери міста, де в той час діяло 80 підприємств;

- кореляційні залежності між різними захворюваннями та ступенем трансформації довкілля.

Робота грунтувалась на 248 точках відбору проб з використанням топографічних карт масштабу 1 : 10 000.

Наші матеріали 2014 р. повторно оброблені М. В. Крихівським [17] з використанням математичних комп'ютерних програм, що підтвердило високий ступінь кореляції показників захворюваності зі станом довкілля. Такі ж результати отримала Н. В. Фоменко [34] у дисертаціному дослідженні.

Об'єктову систему екологічної безпеки підприємств ЕБ$_{пп}$ (див. рис. 1, табл. 1) розробила Л. В. Міщенко [19, 20] під керівництвом О. М. Адаменка [11, 15] 2003-2005 на прикладі території ПАТ «Івано-Франківськцемент» методами екологічного аудиту території підприємства. Обрана мережа спостережень налічує 16 профілів з 77-ма геоекологічними полігонами – точками, де відібрані проби грунтів, атмосферного повітря, поверхневих і грунтових вод та рослинності для визначення їх забруднення різними хімічними речовинами. Дослідження виконували на базі топографічних карт масштабу 1 : 10 000 та космічних знімків. В результаті на території підприємства виокремили 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. Утворюються нові структури – геоекологічні смуги концентрації та геоекологічні смуги розсіювання, які є геоекотипами структур 1-го порядку, що відповідають ландшафтним місцевостям. На їхньому фоні виникають менші за розмірами геоекологічні структури 2-го порядку – геоекологічні вузли та еліпси, які не завжди приурочені до конкретних ландшафтних структур, як у смуг-місцевостей. Ще менший зв'язок з ландшафтними одиницями мають геоекологічні вогнища або джерела забруднення, які є геоекотипами геоекологічних структур 3-го порядку. Вони відповідають контурам забруднення грунтів, атмосферного повітря, грунтових вод і рослинності, які не завжди співпадають між собою. Отож під час досліджень екологічного стану на територіях промислових підприємств необхідно виконувати їхню 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 розвитку знань про Землю тільки «набирає оберти», підпорядковуючись загальній парадагмі 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 прийнято у грудні 2015 р. у Парижі 19ма країнами світу, необхідно базувати на гармонізації відносин у системі тріади *природа-господарство-людина*. Така гармонізація є науково обгрунтованим управлінням 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 самий розвиток для майбутніх поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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 // Екололгічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012, № 1 (5) – С. 14-19.
7. *Адаменко О. М.* Технологія екологічних досліджень / Адаменко О. М. // Екололгічна 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, Saarbrucken, Deutschland, 2014. – 122 с.
10. *Адаменко О. М.* Об'єднанню територіальних громад – екологічне обгрунтування / 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.* Геоекологічна 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 каньону як регіонального коридору національної екологічної мережі України/ Д. О. Зорін // Екололгічна 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 здобуття наук ступеня канд. техн. наук/ М. В. Крихівський. – Івано-Франквіськ, 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.* Геоекологічне 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: 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.* Геоекологічний 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: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук. /К. О. Радловська – 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 геоекологія: 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 здобуття наук. ступеня 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. – 225 с.
33. *Триснюк І. В.* Екологічний стан геосистем в межах Кременецьких гір: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня 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 здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук / Н. В. Фоменко. – Чернівці, 2006. – 20 с.
35. *Izrael Yu. A.* The problem of air pollution and other aspekts of environmental pollution. The concept of monitoring and regulating the quality of the environment, WMO, 1979, № 517- Geneva, P. 3-9.
36. *Mann R. F.* Global environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCORE. Rep. 3 – Toronto, 1973. – 130 p.
37. *Pollution* monitoring and research in the farmwork of MAB Programme. Moscow. 23-26 Apr. 1974. – MAB rep. ser. № 20. Paris: UNESCO, 1974. P. 58-63.

THE THEORETICAL BASIS OF CONSTRUCTIVE ENVIRONMENT

Oleg Adamenko
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

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.

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