

7. Muschelknautz, E. Druckverlust and Abscheidengrad in Cyclon [Text] / E. Muschelknautz, M. Trefz // VDI. – Warmenatlas. – 1991 – B. 6. – P. 1–8.
8. Santana, J. D. A. M. Performance of Cylindrical-conical cyclone with different geometrical configurations [Text] / J. D. A. M. Santana, S. Armosti, J. R. Coury et al. // Brazilian Journal of Chemical Engineering. – 2001. – Vol. 18, Issue 3. – P. 1–14. doi: 10.1590/s0104-66322001000300003
9. Paten LT2011041. Clindrinis daugiakanalis ciklonas [Cylindrical multichannel cyclone] [Text] / Baltrėnas P., Vaitiekūnas P., Sygal A., Serebryansky D., Jakštonienė I. – LIETOVOS REPUBLIKOS, 2011.
10. Patent Ukrainy № 100913. Vidtsentrovyy klasyfikator [Electronic resource] / Serebriansky D. A., Semeniuk H. V. – Stated from 22.03.2011 a2011 03390. Bul. № 3. Available: <http://uapatents.com/4-100913-vidcentrovijj-klasifikator.html>
11. Serebryansky, D. A. Research of distribution of concentration and disperse structure of firm particles in gas streams in system of channels with the closed contours [Text] / D. A. Serebryansky, M. V. Semeniuk, S. V. Plashykhin // Industrial heating engineer. – 2013. – Vol. 35, Issue 6. – P. 83–92.
12. Bojko, T. V. To a question of creation of mathematical model one-dimensional objects [Text] / T. V. Bojko, A. A. Abramova, D. O. Serebryansky, N. V. Semeniuk // Technological Audit and Production Reserves. – 2015. – Vol. 2, Issue 5 (22). – P. 16–21. doi: 10.15587/2312-8372.2015.41072

Проведено аналіз причинно-наслідкових зв'язків у системі «людина-природа». Запропоновано та обґрунтовано підхід до впровадження положень концепції сталого розвитку зі зміщенням акценту на екологічну безпеку. Розраховано потенційну та реальну екологічну й економічну шкоду внаслідок нераціонального використання природних ресурсів. Запропоновано методи оцінювання індексу екологічної безпеки абиотичних та біотичних компонентів екологічних систем

Ключові слова: екологічна безпека, сталий розвиток, методи оцінювання, формалізація, екосистемний підхід, екологічна шкода

Проведен анализ причинно-следственных связей в системе «человек-природа». Предложен и обоснован подход к внедрению положений концепции устойчивого развития со смещением акцента на экологическую безопасность. Рассчитан потенциальный и реальный эколого-экономический ущерб вследствие нерационального использования природных ресурсов. Предложены методы оценивания индекса экологической безопасности абиотических и биотических компонентов экологических систем

Ключевые слова: экологическая безопасность, устойчивое развитие, методы оценивания, формализация, экосистемный подход, экологический ущерб

УДК 502.131.1 + 502.175

DOI: 10.15587/1729-4061.2016.64843

ОБґРУНТУВАННЯ ТА ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПІДХОДУ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ

Є. М. Безсонов

Аспірант*

E-mail: haха1990@yandex.ru

В. І. Андрєєв

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: avi@chdu.edu.ua

*Кафедра екології та природокористування

Чорноморський державний

університет ім. Петра Могили

вул. 68 Десантників, 10,

м. Миколаїв, Україна, 54003

1. Вступ

В останні декілька років на рівні Організації Об'єднаних Націй (ООН) усе більшої актуальності набувають питання бідності та продовольчої безпеки. Це підтверджується при дослідженні тексту останніх глобальних документів у галузі забезпечення сталого розвитку – «Майбутнє, якого ми прагнемо» [1] та «Перетворення нашого світу: Порядок денний в сфері сталого розвитку на період до 2030 року» [2], де вирішення зазначених питань бачиться найважливішою глобальною задачею міжнародної спільноти та однією із необхідних умов забезпечення сталого розвитку.

Якщо замислитись над змістом проблем бідності та продовольчої безпеки, очевидним є їх тісний зв'язок: у регіонах, де досить складно виробити або добути харчування, часто спостерігається перенаселення і, як наслідок, виникають проблеми перерозподілу їжі. А там, де є бідність, завжди відсутні можливості повного задоволення потреб людей у харчах. Виходить своєрідне замкнене коло.

З точки зору категорій, вище визначені проблеми можна сміливо віднести до соціальних, однак їх дослідження тільки під таким кутом зору буде великою помилкою. Адже соціальна сутність людини є лише одним із проявів буття людини, яку можна охарактеризувати і з економічної, і з екологічної точки зору.

Однак, саме останній аспект існування людини має бути узятий за основу сталого розвитку. І пояснюється це тим, що на даному етапі розвитку суспільства, зокрема і України, соціальний та економічний розвиток в значній мірі залежить від стану та кількості природних ресурсів. Це підтверджується і одним із положень Пекінської декларації [3], де говориться про те, що бідність і стан навколишнього природного середовища тісно взаємопов'язані.

Відомо, що більшість гранично допустимих нормативів впливу на довкілля розраховані відповідно до положення про пріоритетну роль здоров'я людини у процесі розвитку. Однак ми також знаємо, що людина є одним із найстійкіших біологічних видів до впливу зовнішніх факторів. Тому маємо право вважати, що саме такий підхід до нормування антропогенного навантаження викликає значну частку екологічних проблем на глобальному та регіональному рівнях.

Відтак, роль людини у біосфері бачиться наступною: при обґрунтуванні меж свого впливу на навколишнє середовище керуватися не власною стійкістю організму до впливу негативного фактору, а екологічними характеристиками найбільш чутливого до нього компоненту довкілля – стенобіонтів. Такий підхід дозволить ще на стадії планування будь-якої діяльності мінімізувати погіршення стану навколишнього середовища.

Актуальність дослідження полягає у тому, що сьогодні в Україні виникла необхідність пошуку нових шляхів оцінювання та підходів до нормування антропогенного навантаження на довкілля. Адже сучасні підходи, зокрема і в екологічному законодавстві України, відповідають принципам антропоцентризму і розглядають природу тільки як ресурс для задоволення потреб людини. На цей рахунок варто відзначити, що в Указі Президента України «Стратегія сталого розвитку «Україна-2020», така категорія як «екологічний» вживається лише одного разу при характеристиці організації економіки.

2. Аналіз літературних джерел та постановка проблеми

У звітах Програми з розвитку (United Nation Development Program) «Оцінка екосистем на порозі тисячоліття», яка була ініційована ООН, неодноразово було чітко визначено, що людство повністю залежить від тих послуг (в тому числі і його добробуту), які надають нам екологічні системи. Так, у доповіді [4] підкреслено, що екологічні системи є комплексними і динамічними системами, які мають межі можливостей заміщення, особливо регулюючих, культурних та підтримуючих послуг. До того ж зазначено, що внаслідок інерції екологічних та людських систем наслідки сьогоденних екосистемних змін можуть не відчуватися протягом десятиріч. Тому забезпечення сталості екосистемних послуг і, відповідно, добробуту людей, потребує повного розуміння і мудрого управління взаємовідносинами між людською діяльністю, екосистемними змінами і благополуччям у короткостроковій, середньостроковій та довгостроковій перспективі. А надмірне поточне використання екосистемних послуг загрожує їх доступності в майбутньому, що можна попередити шляхом забезпечення їх раціонального

і сталого використання. Звертається увага на те, що більшість моделей соціальних систем фіксуються на економічній ефективності і оптимальності з точки зору економіки використання природних ресурсів.

У іншому документі ООН під назвою «Ми живемо не за статками» [5] також відзначено, що діяльність людини завдає настільки величезний збиток природним функціям Землі, що здатність екосистем планети забезпечувати існування майбутніх поколінь вже не можна розглядати як щось само собою зрозуміле. Для того, щоб захистити і поліпшити наш майбутній добробут, необхідно більш раціонально і менш руйнівню використовувати природні багатства, що вимагає суттєвої зміни порядку прийняття і здійснення прийнятих нами рішень. Підкреслено, що здорові екосистеми мають вирішальне значення для благополуччя людства, а захист природного багатства повинен прийняти пріоритетне значення, яке в даний час відводиться питанням створення національного багатства або забезпечення національної безпеки.

У джерелі [6] підсумовано, що за останні 50 років люди змінили екосистеми швидше і сильніше, ніж будь-який інший період історії цивілізації. Зазначено, що зміни в умовах життя людини прямо і побічно викликають зміни в екосистемах, біорізноманітті і в підсумку в екосистемних послугах, які вони забезпечують. Інакше кажучи, будь-які зміни у соціальній влаштованості та заможності суспільства можуть бути першопричиною погіршення стану природних систем, або бути наслідком змін в останніх. Наведемо декілька прикладів, зокрема і в Україні. Так, перший випадок (від суспільства до природи) добре характеризується деякими історичними етапами існування Союзу Радянських Соціалістичних Республік протягом усього XX століття: план електрифікації Росії (ГОЕРЛО), нова економічна політика, форсована індустріалізація, п'ятирічки та багато інших планів розвитку, усі зусилля яких були націлені на побудову міцного і самодостатнього громадянського суспільства та потужної економіки. Щодо екологічної складової, то людину вважали її володарем. Наслідки для екосистем від цих соціально-економічних процесів і явищ за інерцією дійшли до наших часів. Для виробництва електроенергії для населення та промисловості, почалося зарегулювання річок Дніпро та Південний Буг. Відтак, внаслідок погіршення якості води та зміни гідрологічного режиму, надзвичайно збідніли найкращі колись в Україні рибні ресурси, воду з більшості рівнинних річок не те, що пити не можна, так в ній і купатися заборонено майже протягом усієї теплої пори року. Так, у джерелі [7] говориться про те, що розвиток синьо-зелених водоростей (цвітіння води), що є наслідком зарегулювання стоку природних водотоків та надходження у них великої кількості фосфоровмісних речовин, викликає токсичну дію на дихальні органи риб, викликаючи отруєння і замори ряду рибних популяцій, виділяють речовини, які збільшують активність ферменту, який розщеплює вітамін В₁, внаслідок чого у риб розвивається авітаміноз.

У праці [8] комплексно охарактеризовано негативну дію гідротехнічних споруд на водні біоресурси. А у джерелі [9] на прикладі Південного Бугу узагальнено сучасні негативні тенденції у функціонуванні водної екосистеми. Сьогодні у більшості річок України по-

тужного рибного промислу майже немає, за винятком браконьєрського вилову, який призводить до спустошення рибних запасів, тому що здійснюється переважно під час нерестової ходи у великих масштабах [10].

До цих проблем слід додати й величезні площі розораного степу, зміну видового складу рослинного і тваринного світів та багато іншого. Усе вище зазначене є, на нашу думку, результатом пропагандованого у суспільстві підходу «людина – володар природи».

Загалом, слід відзначити, що в Україні до цього часу домінуючим є екстенсивне ведення господарства, яке характеризується ресурсо- та енергоємністю і низьким рівнем екологічної просвіти населення. А щодо загальносвітового рівня, то у [11] наголошується на тому, що багато держав, особливо з групи із високим індексом людського розвитку (туди, до речі, відносять й Україну), сьогодні розвиваються шляхом несталою розвитку. Зі 140 країн, за наявними статистичними даними, у 82 такий індекс розвитку як «екологічний слід» перевищує глобальні відновлювальні можливості Землі.

Другий випадок (зміни від природи до змін у суспільстві) є бумеранговою реакцією природних систем на дію людини щодо неї: вона не миттєва, а проявляється через декілька років або десятиліть (ДДТ у продуктах харчування, зменшення риби у Світовому океані та внутрішніх водоймах, зокрема і в Україні; зменшення площі лісів і степу і, як наслідок, збіднення біологічного різноманіття для мисливського промислу корінних жителів). Загальним результатом є погіршення середовища проживання, що з часом все більше загострює для людини питання задоволення на належному рівні своїх першочергових (біологічних) потреб у їжі, повітрі, воді, домівці та відпочинку [6, 12].

На цей рахунок зазначимо, що у працях [13, 14] говориться про те, що декларативність закликів до зміни принципів господарювання людини у природі не має належного впливу на процес прийняття рішень.

Сьогодні вченими та організаціями міжнародного рівня неодноразово наголошується на тому, що визначення принципів перерозподілу природних ресурсів (біотичних та абіотичних) між потребами екосистем та людей з їх господарським комплексом є надзвичайно актуальним [1, 15, 16], особливо у аспектах визначення пріоритету ресурсозабезпечення, який був висвітлений у деяких роботах авторів [17, 18].

Погіршення стану довкілля на регіональному і глобальному рівнях зумовлює пошук нових методів оцінювання індексу екологічної безпеки (ІЕБ) і, як наслідок, швидкого ситуативного реагування на проблеми, що виникають. Так, у роботі [19] ІЕБ запропоновано визначати на основі певного переліку індикаторів, які більше залежать від соціально-економічних факторів. Адже важко пояснити процес поступового покращення стану екологічних систем з середини 90-х років до сьогодні, яке ілюструється у роботі, поряд з протилежними процесами, які відбуваються на практиці.

У статті [20] авторами вводиться поняття «екологічного управління безпекою економічної діяльності» і пропонується визначати рівень екологічної безпеки через систему певних економічних показників розвитку бізнес-системи.

В дослідженні [21] екологічну безпеку ґрунтів пропонується оцінювати методом ентропії на основі теорії

нечіткості. Однак екологічних індикаторів у переліку, що пропонується, лише третина.

У роботах [22, 23] підкреслюється цінність природних ресурсів, зокрема і біотичних, в соціально-економічному розвитку регіону. Авторами статті [22] запропонована методика оцінювання останнього на базі певної системи безрозмірних економічних та екологічних індикаторів на основі щорічного аналізу виміряних параметрів.

Необхідність розробки підходів до оцінювання рівня екологічної безпеки територій зазначена у [24]. Така потреба пов'язана із тим, що стан довкілля на даному етапі розвитку людської цивілізації стає обмежуючим фактором сталого розвитку регіону і країни в цілому. Автори статті пропонують проводити оцінювання індексу екологічної безпеки регіону на основі показників його соціально-економічного розвитку, екологічних умов і кадрового потенціалу. Розробка цих підходів, за висновками даного наукового дослідження, дає можливість визначити місце регіону в просторі показників, щоб визначити тип досліджуваної території за рівнем екологічної безпеки та розробки ефективних стратегій управління екологічної безпеки як для окремої територіальної одиниці, так і для однорідних груп.

Враховуючи висновки Європейської комісії та останні дослідження у галузі екологічної безпеки міського середовища, у джерелі [25] пропонується методика інтегральної оцінки рівня екобезпеки на базі аналізу картографічного матеріалу ландшафту та довкілля. Дослідження за даною тематикою вважаються авторами актуальними у зв'язку з погіршення стану довкілля, зростанням антропогенного навантаження на нього та необхідністю прийняття правильних управлінських рішень з позицій забезпечення сталого розвитку територій.

Загалом слід відзначити, що при розрахунку індексу екологічної безпеки зовсім мало уваги приділяється суті поняття «екологічний» та значенню взаємозв'язків живої речовини та абіотичного середовища в забезпеченні безпечного стану природних систем.

Тому, враховуючи думки різних вчених та результати власних досліджень, доречним бачиться дослідження екологічної вагомості живих компонентів довкілля, обґрунтування нових підходів до оцінювання екологічної безпеки та визначення екологічної та економічної шкоди від втрати чи погіршення стану елементів природних систем при збереженні існуючого підходу до використання природних ресурсів, у першу чергу з точки зору регіональної екологічної безпеки.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є обґрунтування підходу, при якому людина залишається центром піклування в процесі розвитку і в той же час буде більш ефективно формувати взаємовідносини у системі «людина – природа», зі зміщенням акценту на екологічну складову розвитку, яка бачиться єдиним спільним знаменником означених складових.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

– дослідити взаємозв'язки людини і природи з позицій сталого розвитку та принципів формування його екологічної складової;

- визначити вихідні умови для забезпечення екологічної безпеки як соціоекологічної системи;
- запропонувати та обґрунтувати новий підхід до визначення індексу екологічної безпеки регіону як основного інструменту регулювання антропогенного навантаження на довкілля;
- провести розрахунки екологічних та економічних втрат від нерациональної системи природокористування, що б довело необхідність перегляду або пошуку нових шляхів до формулювання принципів екологічної безпеки.

4. Результати дослідження умов забезпечення та оцінювання екологічної безпеки в системі «людина – природа»

Одним із основних принципів, який має враховуватися у стратегічних документах з розвитку та при забезпеченні екологічної безпеки природних і штучних систем є принцип комплексності, іншими словами – екосистемний підхід. Використання поняття «екосистемний», обґрунтовано, на думку авторів, аналізом попередніх досліджень у системі взаємовідносин «людина-природа».

Слід зауважити, що розвиток соціоекологічних систем можливий двома шляхами. У першому випадку, кожна складова сталого розвитку, концепція якого визнана міжнародною спільнотою основоположною у майбутньому людства, формує свої цілі і завдання більш-менш автономно для досягнення загальної мети суспільства. Однак за такого підходу виникає найбільше складнощів: визначення пріоритетів у фінансуванні, першочерговість реалізації, узгодженість галузевих задач між собою у загальному масштабі, повнота охоплення актуальних проблем тощо. Тобто те, що відбувається в останні роки в Україні.

Другий підхід полягає в тому, що екологічна складова береться за основу поступового і всеохоплюючого сталого розвитку людства. Обґрунтувати такий вибір можна висновками ООН про те, що людина є частиною природи і повністю залежить від природних ресурсів. Так само соціально-економічний розвиток неможливий без тих послуг, які людській цивілізації надають екологічні системи. До того ж за людиною, за такого підходу, залишається центральне місце в розвитку з будь-якої точки зору – екологічної (вершина еволюції життя, цінність виду в самому собі), соціальної (піклування про самих себе для продовження роду, колективне та індивідуальне самовдосконалення) та економічної (задоволення потреб). Відтак, виникає необхідність першочергового піклування про природне середовище для сьогоденного і майбутнього блага самих же людей.

Тільки за такого підходу можливим виглядає перехід на шлях сталого розвитку, коли очевидною стає нерозривність зв'язків у системі «людина-природа». Саме тому, актуальним і необхідним на часі вважається вирішення питання оцінювання індексу екологічної безпеки, особливо на регіональному рівні.

Найбільш вдалим для обґрунтування та оцінювання індексів екологічної безпеки бачиться схема (рис. 1), запропонована [26]. Адже саме такий підхід графічного зображення складових природних систем

добре ілюструє поняття функціональної та просторової єдності усіх оболонок планети, їх цілісності: він добре відображає зв'язок будь-якої оболонки Землі з трьома іншими, є показовим з точки зору вагомості кожної оболонки для біосфери і просто пояснює колообіги речовин.

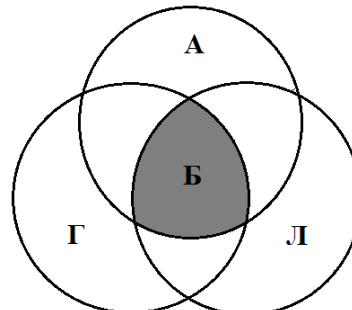


Рис. 1. Взаємозв'язок оболонок Землі: А – атмосфера, Г – гідросфера, Л – літосфера, Б – біосфера

На базі запропонованої схеми розглядалися варіанти оцінювання індексу екологічної безпеки методом екстраполювання природних показників досліджуваних екосистем на геометричне співвідношення площ оболонок Землі. Наприклад, для пустелі характерним буде більша площа кола Л та А, а Г і Б – навпаки маленька. У той час як для тропічного острова кола Б та Л будуть меншими від інших двох складових оболонок.

Однак виникають складнощі при застосуванні схеми у практичних розрахунках, адже відомо, наприклад, що майже уся гідросфера заселена живими організмами, що викликає певні труднощі не стільки геометричного, скільки математичного поєднання елементів рис. 1. Тож схему можна розглядати як характеристику біосфери планети більше якісного, ніж кількісного, характеру.

У джерелі [27] говориться про те, що життя і біосфера загалом є логічним результатом ускладнення різних видів енергії (радіальної та тангенціальної) простих речовин. Тому сьогоденний розвиток біотичної та абіотичної складової глобальної екосистеми Землі не можна, на думку авторів, розглядати окремо один від одного, або ж формулювати задачі таким чином, коли допускається відокремлене дослідження будь-якого елемента системи.

Осягнути усю складність зв'язків у екосистемі і зрозуміти наслідки від зникнення будь-якого компонента доволі складно, особливо за короткий період часу. Але якщо провести паралелі з автомобілем, який також є системою, і приборати, наприклад, одне із джерел заднього виду, то із впевненістю можна сказати, що рівень безпеки водія та пасажирів при русі транспортного засобу в результаті зовсім незначного спрощення на порядок зменшиться. Це ж відбувається і в екосистемах. Але ми найчастіше не визнаємо цього, бо через занадто малу швидкість інколи дуже важливих перетворень (наприклад, еволюції виду), не можемо виміряти чи підтвердити їх наявність. Тому робимо висновок, що цього не існує.

Оскільки в основу екологічної безпеки покладено нерозривну єдність атмосфери, гідросфери, літосфери та біосфери, то можна вважати біотичне різноманіття індикатором стану інших оболонок і навпаки – розра-

хувати вагомість А, Г та Л для Б (рис. 1) по принципу зведення до спільного знаменника. Таким знаменником можна вважати енергію (кал, Дж), яка представляє окремий вид внутрішніх і зовнішніх зв'язків у екологічних системах. Отже, спробуємо формалізувати сформовані теоретичні висновки для кожної з оболонок.

Атмосфера – газова оболонка Землі, яка забезпечує усе живе необхідними для функціонування газоподібними речовинами (кисень, вуглекислий газ, азот та ін.) незалежно від його просторово-географічного положення. Крім цього, вона є величезним розсіювачем забруднюючих речовин, які викидаються стаціонарними та пересувними джерелами викидів антропогенного та природного походження. Однак, однією з основних цінностей атмосфери для життя людини та більшості наземних живих організмів є наявність кисню та якість повітря у певному місці і в певний час.

Аналогічно до повітря, з точки зору потреб людини як біологічного виду, можна охарактеризувати і водне середовище, основним абіотичним біологічно необхідним ресурсом є питна вода. До того ж, важливим ресурсом, на думку автора, є можливість відпочити – рекреаційна цінність водних ресурсів.

Індекс екологічної безпеки для повітряного та водного середовища (по суті їх якість) пропонується розрахувати за наступною формулою:

$$IEB(A, \Gamma) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n k_i}, \quad (1)$$

де IEB (А, Г) – індекс екологічної безпеки атмосфери та гідросфери; k_i – коефіцієнт можливого рівня смертності живих організмів при перевищенні i -ої концентрації забруднювача у природному середовищі (має розраховуватися на базі екологічних характеристик стенобіонтів); 1 – значення цілісності і непорушності (по суті стан екосистеми до людини в статусі «другої геологічної сили») природної оболонки, іншими словами стан «дикої природи».

При цьому $k_i = f(C_i)$. Ця залежність може бути виражена будь-якою математичною моделлю, яка описує криву толерантності організму до діючого фактору.

Розглянемо діапазон значень, які може приймати k_i , тобто його мінімальне та максимальне значення. У першому випадку, коли вплив антропогенних факторів на організм відсутній, $k_i = 0$ і ступінь виживаності стенобіонтів можна прийняти за 100 % або 1. При підстановці цього значення у виразі (1), IEB=1, що буде означати функціональну цілісність екологічної системи. У протилежному випадку, коли на найбільш чутливий до антропогенного впливу живий компонент екологічної системи відбувається дія одного або декількох негативних факторів (наприклад, викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря), k_i буде приймати значення від 0,1 до 1 ($0 < k_i \leq 1$), які характеризують певний відсоток смертності особин певного виду.

Таким чином, за умов сумарної дії, наприклад, 10 шкідливих речовин, кожна з яких спричиняє 70 % ($k_i = 0,7$) загибель визначених організмів (організму), IEB=0,125. Навіть якщо припустити, що $\sum k_i = \infty$, то IEB буде максимально наближатися до нуля. Однак на сьогоднішній день така умова бачиться неможливою з

декількох причин. По-перше, кількість забруднюючих довілля речовин є хоч і приблизною але зліченою, а по-друге, виходячи із процесу моніторингу довілля, визначено список із декількох сотень.

Загалом, чим менше значення індексу екологічної безпеки, тим гіршим є стан довілля. Графічно такий підхід можна пояснити наступним чином (рис. 2).

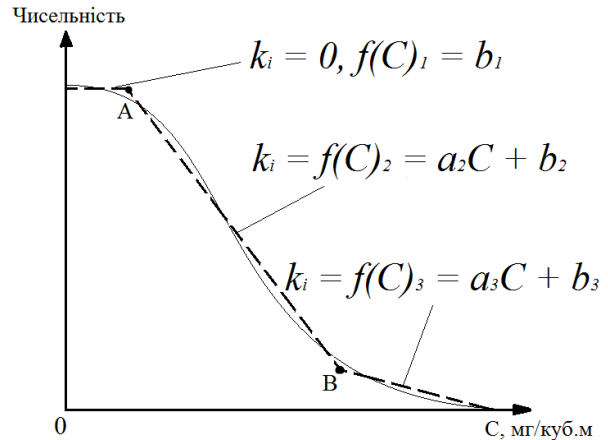


Рис. 2. Використання закону толерантності у визначенні складової k_i ІЕБ

Відзначимо, що застосування правої частини кривої нормального розподілу для визначення k_i пояснюється тим, що концентрація забруднювача не може мати від'ємних значень і у лівій частині обмежена нулем. У той час як зростання показника C пропонується описувати трьома прямими: $f(C)_1$, $f(C)_2$ та $f(C)_3$. Основна увага, за такого підходу, має бути приділена прямій $f(C)_2$, яка включає кінцеву точку (А) зони оптимуму та першу (В) – зони стресу і смерті біотичного об'єкту екологічної системи. Під зоною оптимуму розуміється діапазон ($-\sigma$; $+\sigma$), а саме частина (0 ; $+\sigma$), адже концентрація забруднювача не може приймати від'ємні значення. На рис. 2 вона відповідає прямій $f(C)_1$.

Новизна методу оцінки екологічної безпеки, який пропонується, для повітряного та водного середовища полягає у тому, що в результаті ми отримуємо не автономне число, яке показує перевищення екологічних нормативів впливу на довілля в певному місці, а таке, що характеризує систему комплексне, адже враховано абіотичну та біотичну складову екологічної системи і показано їх зв'язок.

До цього слід додати й те, що оперування замість k_i значеннями гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у середовищі проживання може давати помилку у підсумковому результаті. Адже відомо, що більшість граничних нормативів впливу на довілля розраховані відповідно до положення про пріоритетну роль здоров'я людини у процесі розвитку, зорієнтовані на неї. Вважаємо, що саме такий підхід до нормування антропогенного навантаження викликає значну частку екологічних проблем на глобальному та регіональному рівнях. Слід додати, що 75 % нормативів додатку № 2 СанПін №4630-88 розроблені медичними інститутами.

Грунти або ґрунтові ресурси найбільш цінні для людини з точки зору енергетики – родючості, визначення якої сьогодні є доволі складним і мало дослід-

дженим питанням. Адже на її показники впливає багато факторів, серед яких слід відмітити вміст гумусу, органічних решток рослинного і тваринного походження, кількість зв'язаних та доступних мінеральних речовин, зволоження, аерованість та ін. Ґрунти, з точки зору антропогенного навантаження, пропонується оцінювати за наступною функціональною залежністю

$$IEB(L) = f(A, B, S, G), \quad (2)$$

де А – індикатор забрудненості ґрунтів ксенобіотиками; В – індикатор врожайності культури або родючості ґрунту; S – індикатор розораності ґрунтів регіону; G – індикатор вмісту гумусу.

Наведемо аргументацію щодо використання такого підходу до оцінювання ІЕБ літосфери (ґрунтів). Підкреслимо ще раз той факт, що розрахунок цього індексу проводиться з позицій антропогенного навантаження на літосферне середовище, зміни його основних комплексних показників. Відтак, безумовним бачиться включення у розрахунки індикатора забрудненості ґрунтів (А), що характеризує зміну його якісного складу.

Складова В виразу (2) характеризує речовинні та енергетичні зв'язки у системі «людина–ґрунт»: баланс між тим, скільки речовин чи енергії узято з ґрунту, і тим, скільки він може дати.

Оскільки поставлена задача висвітлити екстенсивність ведення господарства людиною, доцільним бачиться використання показників S та G. Так, збільшення оброблюваної площі ґрунтів може збільшити отримувану в результаті врожайність, а зменшення вмісту гумусу призведе до зворотного результату. Складова G бачиться однією з головних комплексних показників, сталість значень якої одночасно характеризує і підхід людини до обробки землі і природну сталість процесів, які відбуваються в ґрунті.

Безперечно, що ІЕБ(L) залежить і від інших факторів, таких як клімат, рельєф, гірська порода тощо, однак вони вже так чи інакше інтегровані в сучасні та зафіксовані в історії показники родючості ґрунтів або кількість гумусу в них.

Основними джерелами інформації для подальшого процесу оцінювання є історичні дані та статистична звітність. Однак, доцільним бачиться доповнення запропонованого підходу оцінки стану ґрунтів на основі їх врожайності або енергетичної ємності.

Порівнюючи дослідження деяких вчених [28, 29], робимо висновок про те, що існуючі методики оцінки енергетичного потенціалу ґрунту найчастіше вузькоспеціалізовані і у розрахунках найчастіше використовуються показники вмісту гумусу, який, як відомо, рослина споживає тільки після його розпаду на мінеральні речовини.

Аналіз матеріалів сільськогосподарської галузі науки показує, що врахування усіх природних чинників, що впливають на енергетику ґрунту, доволі складно. Можливим варіантом вирішення поставленої проблеми є створення методики, яка побудована на чітко визначеній (стандартній) схемі обробітку ґрунту. Наприклад, експериментальну ділянку землі певної площі (наприклад 1 га) засівають сільськогосподарською культурою визначеного сорту за умови сформованого певного набору передпосівних та післяпосівних агро-

технічних заходів (зокрема забезпечення зволоження на рівні природного для регіону, у якому проводиться експеримент) без внесення будь-якого виду добрив. Знаючи фактичну або еталонну врожайність культури, порівнюємо її з наступним показником, який буде отриманий наприкінці аналогічного досліду через певний проміжок часу (років) користування досліджуваною ділянкою ґрунту. Отримана безрозмірна величина (В') також може бути використана для оцінювання рівня екологічної безпеки ґрунтів (ІЕБ(L), (3)).

$$B' = \frac{B_c}{B_e}, \quad (3)$$

де B_c – показник врожайності визначеної культури за останній рік, ц/га, т; B_e – еталонний показник врожайності (обирається на базі попередніх років), ц/га, т.

Таким чином, ми зможемо сказати, що 1 м² досліджуваної ділянки ґрунту дає наступну кількість одиниць енергії (кал, Дж) за умови збереження значень природних показників, які характеризують певний тип земель.

І найскладніше з біотичними ресурсами – те, що в значній мірі й досі забезпечує людство значною кількістю білків, жирів, вуглеводнів тощо. Актуальність питання полягає в тому, що у теоретичних наукових дослідженнях існує дуалістичність у питаннях збереження біотичних компонентів екологічних систем – живих організмів. Так, у [30] говориться про те, що загибель організму не зашкодить популяції або екосистемі загалом. І за певних умов (якщо вони суто природного генезису) з цим твердженням можна погодитись. Однак інша, більш вагома, на думку автора, точка зору, базується на законі природи, суть якого полягає в кількісному та якісному ускладненні як самих систем, так і їх компонентів у процесі розвитку. Адже якщо людина допускає зникнення особин чи навіть певних популяцій у процесі господарської діяльності, тобто розвиток протилежний природному (наприклад, агроекосистемі) результатом таких рішень буде тільки загальне погіршення стану довкілля і зменшення рівня екологічної безпеки.

Тож були зроблені деякі нескладні однак показові розрахунки щодо значення, наприклад, бджіл у екологічних системах та економіці. Адже відомо, що у 2011 році в ООН почали бити на сполох, коли у Північній Америці та Європі дуже різко почала зменшуватися популяція медоносних комах. Відомо, що сьогодні Україна займає перше місце у Європі та входить до першої п'ятірки держав світу за кількістю виробленого меду.

За даними Мінагрополітики України відомо, що у 2013 році в Україні було вироблено 73,713 тис. т меду (це тільки офіційні дані), що в перерахунок на гроші (при ціні 40 грн/кг для 2013 року) складає приблизно 2,9 млрд. гривень або 0,2 % номінального ВВП країни того ж року. Це прямі доходи від раціонального використання живого компонента екосистеми.

За виробництвом продукції із соняшника Україна займає провідні позиції у світі. Однак відомо, що ця агрокультура на 99 % опилується бджолами та шершнями. Врожай соняшнику у 2013 році, за даними Держкомстату України, склав 11051 тис. т. Офіційна ціна на цю культуру, за даними Мінагрополітики України, у тому ж році складала 3315 грн/т. Провівши нескладні

розрахунки, бачимо, що дохід від реалізації цієї продукції склав 36,6 млрд. грн, що складає близько 2,5 % номінального ВВП країни. Це неповні (не враховані плодово-ягідні сади) непрямі доходи від живого компонента екосистеми для людини. Тобто в сумі – близько 3 % ВВП країни.

Беручи до уваги, що 1 бджола для збору 40–50 мг нектару (частка води 50–60 %) має відвідати не менше 200 квітів соняшника, густина висіву якого 4–6 шт./м² (в одній корзинці рослини від 1000 до 2000 тис. квітів) і те, що площа посівів цієї культури у 2013 році складала 5051 тис. га, то стає відомо, що приблизно 50 % загальнодержавного виробництва меду складає соняшниковий мед.

Проведемо аналогічні розрахунки для риб та раків – біотичних ресурсів, доля яких у харчуванні людини є доволі значною і на які, при раціональному використанні водних екосистем, загалом можна не витратити величезні кошти для поновлення запасів. Адже якщо, наприклад, Південний Буг був відомий як рибна артерія України у минулому, то доцільно вважати, що такий стан є нормальним для річки і можливий у будь-якій просторово-часовій точці при дотриманні певних умов.

Для хоча б часткового визначення цінності живих організмів докільця пропонується відштовхуватися від визначення поняття «екосистема» – визначена у просторі і часі сукупність біотичних і абіотичних компонентів, які поєднані у єдине функціональне ціле і взаємопов'язані між собою потоками речовини, енергії та інформації. Особливу увагу зупинимо на енергетиці, оскільки вона є універсальним показником незалежно від історичного періоду і може охарактеризувати життєдіяльність будь-якого елемента екологічної системи. Крім цього, вона може виступати інтегрованим показником потоків речовини між елементами природних систем.

Пропонується використання показників енергетики (калорій) для визначення цінності того чи іншого живого організму у вигляді показника екологічної шкоди, яка є наслідком нераціонального господарювання людини у басейнах річок (4)

$$Ш_{ел} = (P_m - P_3) \times Q, \quad (4)$$

де Ш_{ел} – екологічна шкода, ккал; P_m – добути водні біоресурси (перелік промислових риб, ракоподібних, молюсків) за будь-який попередній рік (доцільним є вибір показників вилову за якомога давніші роки), кг; P₃ – добути водні біоресурси за останній рік, кг; Q – усереднена енергетична цінність водних біоресурсів, який приймається щорічно органами виконавчої влади, ккал/кг.

Слід відзначити, що діючі в Україні правила регулювання рибальства [31] набагато м'якші порівняно з аналогічним документом 1969 року [32].

У [33] дізнаємося перелік промислових видів риб. А в джерелах [34, 35] – значення харчової цінності кожного виду риби у свіжому вигляді в ккал/кг, які потім сумуємо і усереднюємо для усього списку. Так, середня енергетична цінність сучасного списку складає приблизно 857,2 ккал/кг. Такий підхід зумовлений тим, що доволі складно знайти узагальнені дані по кожному виловленому гідробіонту за регіонами. До того

ж він виглядає більш доцільним для використання в розрахунках за запропонованою формулою, де P_m та P₃ також є узагальненими статистичними показниками.

Застосуємо запропонований підхід до Миколаївщини. За даними [36], у 1980 році у Дніпро-Бузькій естуарній системі було виловлено 9160 т риби. А в джерелі [37] дізнаємося, що в 2012 році об'єм виловлених біоресурсів склав 2780,5459 т. Підставивши відомі величини у формулу (1) отримуємо:

$$Ш = (9160000 - 2780545,9) \cdot 857,2 = 5,5 \cdot 10^9 \text{ (ккал)}$$

Аналогічна кількість енергії міститься, наприклад, у зерні озимої пшениці масою 183,17 тис. т (за умови врожайності даної культури у 35 ц/га, необхідно засіяти площу розміром близько 52,3 тис. га.). Це близько 6 % від сумарної врожайності зернових культур на Миколаївщині за даними на 2014 рік.

Також відомо, що добова необхідність однієї людини в калоріях складає приблизно 2500 ккал. Виходячи з цього, близько 6000 тис. людей могли прожити б рік, харчуючись тільки рибою.

Інший бік проблеми – економічний. Тут простіше – фактичну різницю у виловлених водних біоресурсів множимо на середню ціну на цей вид продукції та визначаємо частку у ВВП. Так, за дуже грубими підрахунками (за усередненою ціною кілограму риби зі списку [33] – 39 грн/кг), загальна вартість рибних ресурсів і раків, яку втрачено у порівнянні з 1980 роком, складає 248,8 млн. грн.

Якщо проводити розрахунки за енергетичним аспектом продукції (через пшеницю) то реалізація 183,17 тис. т пшениці за найнижчими цінами 2014 року (від 3500 грн/т), то економічна сторона питання буде складати 641,095 млн грн – п'ята частина бюджету Миколаївської області того ж року. І це без врахування цінності водних біоресурсів з позицій вмісту вітамінів, макро- та мікроелементів. Загалом, доцільність цього розрахунку вбачається у тому, щоб показати нерозривну єдність господарського комплексу та стану докільця, і те, яким чином відносини між ними впливають на безпеку людини та екосистем.

Відтак, наведені розрахунки підтверджують той факт, що управління природними ресурсами, яке не враховує закономірностей функціонування екосистем, погіршує поточні умови розвитку будь-якого регіону, у першу чергу, у соціально-економічному плані. Адже втрачені обсяги рибних ресурсів сьогодні покриваються імпортом сировини і готової продукції, за яку необхідно платити.

5. Використання отриманих результатів у подальшій науковій діяльності

Результатом проведеного дослідження є запропонований та обґрунтований підхід, який доводить доцільність використання та визначення екологічних характеристик живих організмів (стенобіонтів) для розрахунку індексу екологічної безпеки регіону. Таким чином, процес аналізу екологічної ситуації в регіоні буде базуватися на принципі комплексності (системності).

Запропонований підхід доволі близький до існуючих методик оцінювання антропогенного наванта-

ження на довкілля, які ґрунтуються на використанні гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин. На сьогоднішній день розраховуються багато комплексних екологічних індексів, серед яких найбільш вживаними є комплексний індекс забруднення атмосфери, індекс забруднення води, ґрунту тощо. Проте необхідність перегляду підходів пояснюється тим, що більшість ГДК розрахована з точки зору безпеки життєдіяльності людини, тобто вона прийнята найнижчою ланкою алгоритму оцінювання.

Сучасні дослідження біологів доводять інше. Так, за дослідженнями [38], верхньою межею толерантності річкових раків (*Astacus astacus*, *Astacus leptodactylus*), які є індикаторами чистої води [39], до вмісту нітратів у воді є значення 20 мг/л, а нітритів – 0,02 мг/л. У той час як згідно з «Гранично допустимі концентрації і орієнтовно безпечні рівні впливу забруднюючих речовин для води рибогосподарських водойм» ці показники мають значення 40 мг/л і 0,08 мг/л відповідно.

Відтак можна казати про те, що помилка, яка закладена у понятті і розмірності ГДК шкідливих речовин є у більшості випадків завищеною і потребує перегляду. В іншому випадку, якщо ми допускаємо можливість зникнення особин або виду у зв'язку з нарощуванням темпів виробництва товарів та послуг, отримаємо результатом бумерангові реакцію, бо порушується один із законів біосфери – закон ускладнення в процесі розвитку.

Однак головною спільною рисою даного і попередніх досліджень у цій галузі є те, що в основу оцінювання екологічного стану територій покладені взаємозв'язки біотичної та абіотичної складової природних систем. Адже ГДК є ніщо інше як частина екологічної характеристики організму.

Слід також відзначити дотичність визначених у даній роботі підходів до формалізації функціональної та просторової цілісності екологічних систем через значення «1» до робіт інших науковців. Тотожними є погляди у питанні визначення основних компонентів індексу екологічної безпеки: атмосфера, гідросфера, літосфера і жива речовина.

Відкритим, на даний час, залишається питання якості системи індикаторів: чи потрібно в індексі екологічної безпеки поєднувати соціальні, економічні та екологічні показники, як це пропонується зробити, наприклад, у [19]. Навіть з точки зору розмірності цієї системи або повторюваності, якщо мова йде про комплексний показник сталого розвитку.

Дослідження даної тематики показало, що сьогодні необхідними є поглиблені біологічні дослідження на предмет визначення стенобіонтів та рівня їх толерантності до антропогенного впливу. Це серйозна тривала експериментальна робота, яка вкрай потрібна для підвищення рівня екологічної безпеки в контексті сталого розвитку.

Одним із обмежень, з яким автори стикнулися під час дослідження, стала відсутність або ж неповна

фрагментарна характеристика кількісного та якісного складу живих організмів, зокрема водних біоресурсів, на основі даних про які було розраховано екологічну шкоду від несталої природокористування. Більша кількість прикладів та розрахунків дозволила б краще висвітлити вагомість біотичних компонентів в житті людини, функціонуванні її господарського комплексу та локальних екологічних систем.

Розроблені теоретичні основи оцінювання індексу екологічної безпеки є продовженням попередніх напрацювань за даною тематикою і в подальшому будуть використані для визначення складових і формування системи індикаторів, на базі якої і буде розраховуватися ІЕБ.

Також буде визначено коефіцієнти вагомості (значущості) для кожної складової екологічної системи (атмосфери, гідросфери, літосфери та живої речовини) та обґрунтовано їх значущість.

Логічним завершенням розробки теоретичних та практичних напрацювань за тематикою роботи вбачається їх впровадження на регіональному рівні.

6. Висновки

1. Відповідно до основних положень міжнародних стратегічних документів з розвитку, людина визнається центром піклування в процесі його забезпечення. Очевидною є необхідність коригування зазначеного принципу у бік першочергового забезпечення функціональної і просторової цілісності екологічних систем, від яких людина повністю залежить.

2. При формуванні поняття «екологічна безпека» інтереси людини мають розглядатися як складові зв'язків, що присутні між елементами певної екосистеми. Безпека функціонування кожного елемента у екосистемі (в т. ч. людини) буде досягнута, коли буде забезпечена безпека усїєї системи. Іншими словами сталість властивостей і структурна цілісність оболонки Землі (атмосфери, гідросфери, літосфери та біосфери) є базовою умовою безпечного функціонування та сталого розвитку живого у будь-якій її точці.

3. На основі екосистемного підходу запропоновано формулу розрахунку індексу екологічної безпеки певної оболонки природної системи (гідросфера, атмосфера, педосфера), яка враховує зв'язки між абіотичним середовищем та живими організмами. Важлива роль при оцінюванні індексу екологічної безпеки має відводитися визначенню екологічних характеристик організмів (кривих толерантності), а саме стенобіонтів, які населяють досліджувану територію. Їх врахування бачиться можливим через використання коефіцієнта потенційної смертності.

4. Запропоновано методи і розраховано екологічну та економічну шкоду від несталої (нераціональної) використання екосистемних послуг на прикладі Миколаївського регіону та України загалом.

Література

1. Будущее, которое мы хотим [Электронный ресурс]. – Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН от 27 июля 2012 года. Шестьдесят шестая сессия. Рио-де-Жанейро. – 68 с. – Режим доступа: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/LTD/N12/436/90/PDF/N1243690.pdf?OpenElement> (дата обращения: 20.06.2015). – Назв. с экрана.

2. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН от 18 сентября 2015 года. – Режим доступа: http://globalcompact.ru/files_manager/Povestka_dny_v_oblasti_UR_do_2030.pdf
3. Пекинская декларация и Платформа действий [Электронный ресурс]. – ООН. Пекин, Китай, 1995. – 280 с. – Режим доступа: <http://www.un.org>
4. Alkamo, Dz. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment [Electronic resource] / Dz. Alkamo. – Millennium Ecosystem Assessment. – ISLAND PRESS: World Resources Institute, Washington, DC, 2005. – 283 p. – Available at: <http://www.cifor.org/library/1866/ecosystems-and-human-well-being-a-framework-for-assessment/> (Last accessed: 20.06.2015). – Title from the screen.
5. Мы живем не по средствам: природные богатства и благосостояние человека [Электронный ресурс] / Заявление Совета по оценке экосистем на пороге тысячелетия. Институт мировых ресурсов, Вашингтон, 2005. – 24 с. – Режим доступа: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.762.aspx.pdf> (дата обращения: 20.06.2015) – Назв. с экрана.
6. Экосистемы и благосостояние человека: биоразнообразие [Электронный ресурс]. – Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Институт мировых ресурсов, Вашингтон, округ Колумбия, 2005. – 98 с. – Режим доступа: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.786.aspx.pdf> (дата обращения: 20.06.2015) – Назв. с экрана.
7. Анисимова, И. М. Ихтиология [Текст]: учебник; 2-е изд., перераб. и дополн. / И. М. Анисимова, В. В. Лавровский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.
8. Кулаков, В. В. Рибальство у Бузькому Гарді та реофільний іхтіокомплекс сучасного Південного Бугу [Текст] / В. В. Кулаков // Вересень. – 1997. – № 2.
9. Щербуха, А. Я. Іхтіофауна України у ретроспективі та сучасні проблеми збереження її різноманіття [Текст] / А. Я. Щербуха // Вісник зоології. – 2004. – № 38 (3). – С. 3–18.
10. Васильев, Ю. С. Экология использования возобновляющихся энергоисточников [Текст] / Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1991. – 343 с.
11. Human Development Report 2014: Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities and Building Resilience [Text]. – United Nation Development Programme. – USA, New York, 2014.
12. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis [Electronic resource]. – World Resources Institute Island Press, Washington, DC, 2005. – 154 p. – Available at: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> (Last accessed: 20.06.2015). – Title from the screen.
13. Дмитренко, А. О. Державне регулювання структурних зрушень в економіці спрямоване на підвищення якості навколишнього середовища [Текст]: тези Восьмої щорічної Всеукр. наук. конф. / А. О. Дмитренко // Екологічний менеджмент у загальній системі управління. – Суми: СумДУ, 2008 – С. 38–31.
14. Боровик, О. Н. Сутність правового забезпечення екологоорієнтованого господарювання [Текст]: зб. наук.-техн. пр. / О. Н. Боровик // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2012. – Вип. 22.10. – С. 72–78.
15. Повестка дня на XXI век [Электронный ресурс]. – Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию. Рио-де-Жанейро, 1992. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21
16. Попов, В. Ф. Взаимосвязь социально-экономических условий развития общества с приоритетами природопользования [Электронный ресурс] / В. Ф. Попов, О. Н. Толстихин // Рефераты по экологии. – Режим доступа: <http://xreferat.com/112/779-1-vzaimosvyaz-social-no-ekonomicheskikh-usloviy-razvitiya-obshchestva-s-prioritetami-prirodopol-zovaniya.html> (Дата обращения: 20.12.2015).
17. Безсонов, Є. М. Неoантропоцентричний підхід до забезпечення екологічної безпеки екосистеми [Текст] / Є. М. Безсонов // «Ольвійський форум – 2015: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі»: тези. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили. – 2015. – Т. 2. – С. 165–167.
18. Безсонов, Є. М. Екологічна складова сталого розвитку: обґрунтування пріоритетності та шляхи забезпечення [Текст] / Є. М. Безсонов, В. І. Андреев // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 6 (123). – С. 23–29.
19. Kharlamova, G. Environmental security: integral assessment (case of Ukraine) [Text] / G. Kharlamova, V. Nesterenko // Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics. – 2014. – Vol. 6, Issue 159. – P. 66–72.
20. Prokopenko, O. V. The theory and methods for investigation of the processes synchronized dealing with ecological safety within economic system [Text] / O. V. Prokopenko, V. Yu. Shkola, M. D. Domashenko, M. O. Prokopenko // Marketing i Menedžment Innovacij. – 2014. – Vol. 5, Issue 4. – P. 182–191.
21. Zhu, J. Evaluation of Land Ecological Safety Based on Fuzzy Matter-Element Theory [Text] / J. Zhu, X. Tao // Journal of Computers. – 2011. – Vol. 6, Issue 12. – P. 2639–2646. doi: 10.4304/jcp.6.12.2639-2646
22. Johnsa, G. Developing economic indices to assess the human dimensions of the South Florida coastal marine ecosystem services [Text] / G. Johnsa, D. J. Leeb, V. B. Leeworthyc, J. Boyerd, W. Nuttle // Ecological Indicators. – 2014. – Vol. 44. – P. 69–80. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.04.014

23. Bertolatti, D. Environmental Health and Safety: Social Aspects [Text] / D. Bertolatti, T. Hannelly, J. Jansz // International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition), 2015. – P. 740–746. doi: 10.1016/b978-0-08-097086-8.14015-2
24. Glinskiy, V. V. Environmental Safety of the Region: New Approach to Assessment [Text] / V. V. Glinskiy, L. K. Serga, M. S. Khvan // Procedia CIRP. – 2015. – Vol. 26. – P. 30–34. doi: 10.1016/j.procir.2014.08.017
25. Gavrilidis, A. A. Urban Landscape Quality Index – Planning Tool for Evaluating Urban Landscapes and Improving the Quality of Life [Text] / A. A. Gavrilidis, C. M. Ciocănea, M. R. Niță, D. A. Onose, I. I. Năstase // Procedia Environmental Sciences. – 2016. – Vol. 32. – P. 155–167. doi: 10.1016/j.proenv.2016.03.020
26. Добровольський, В. В. Екологічні знання [Текст]: навч. пос. / В. В. Добровольський. – К.: ВД «Професіонал», 2005. – 304 с.
27. Тейяр де Шарден, П. Феномен человека: Сб. очерков и эссе [Текст] П. Тейяр де Шарден; пер. с фр. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. – 553 с.
28. Грабак, Н. Х. Енергоємність ґрунту як важливий показник його родючості [Текст] / Н. Х. Грабак // Наукові праці: Екологія. – 2008. – Т. 87, Вип. 74. – С. 34–37.
29. Орлов, О. Енергоємність гумусу як критерій гумусового стану ґрунтів [Текст] / О. Орлов // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2002. – Вип. 31. – С. 111–115.
30. Добровольський, В. В. Екологічний ризик: оцінка і управління [Текст]: навч. пос. / В. В. Добровольський. – Миколаїв : Видавництво МДГУ ім. П. Могили, 2010. – 216 с.
31. Про затвердження Правил любительського і спортивного рибальства та Інструкції про порядок обчислення та внесення платежів за спеціальне використання водних живих ресурсів при здійсненні любительського і спортивного рибальства [Електронний ресурс]. – Наказ Державного комітету рибного господарства України № 19 від 15.02.1999. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0269-99>
32. Об утверждении правил рыболовства в бассейне Черного моря [Электронный ресурс]. – Приказ Министерства рыбного хозяйства СССР №402 от 1 декабря 1969 года. – Режим доступа: http://uristu.com/library/sssrf/usr_7203
33. Про затвердження лімітів та прогнозів допустимого спеціального використання водних біоресурсів загальнодержавного значення на 2015 рік [Електронний ресурс]. – Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 428 від 27.10.2014. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1432-14>
34. Рыба и морепродукты. Таблица калорийности продуктов питания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://health-diet.ru/base_of_food/food_1515
35. Калорийность рыбы и морепродуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gotovimka.ru/kalorijnost/ryba-i-moreprodukty.html>
36. Заболотний, В. З. Миколаївська область [Текст] / В. З. Заболотний, М. Ф. Лісецький, А. Є. Молодецький. – Географічний словник-довідник, 1997.
37. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Миколаївській області за 2012 рік [Електронний ресурс]. – Державне управління екології та природних ресурсів у Миколаївській області. – Режим доступу: http://www.duecomk.gov.ua/data/nac_dop/19.pdf
38. Пронина, Г. И. Экология и физиология речных раков [Электронный ресурс] / Г. И. Пронина, Н. Ю. Корягина. – Московское Общество Испытателей Природы. – Режим доступа: <http://earthpapers.net/fiziologo-biohimicheskaya-harakteristika-rechnyh-rakov-pri-vyugaschivanii-v-iskusstvennyh-usloviyah>
39. Рахманов, А. И. Речные раки. Содержание и разведение [Текст] / А. И. Рахманов. – М.: ООО «Аквариум-Принт», 2007. – 48 с.