

Д.І. ЄМЕЛЬЯНОВА, аспірантка, НТУ «ХПІ»

АНАЛІЗ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ СТАНУ ПРИРОДНО- ТЕХНОГЕННИХ КОМПЛЕКСІВ

У статті розроблено алгоритмічне забезпечення встановлення рівня екологічності систем на-вко-лишнього природного середовища і процесів в них. Надане алгоритмічне забезпечення дозволяє встановити негативні фактори порушення гомеостазу природно-техногенних комплексів, надати комплексну оцінку екологічної якості природно-техногенних об'єктів. Відповідно до алгоритму оцінки якості складного систем-системного утворення з використанням MIPS-чисел, ризик-характеристик щодо стану об'єктів і процесів, пов'язаних з порушенням їх екологічності, надано комплексну оцінку території дослідження. Комплексна оцінка екологічності на рівні системних об'єктів дозволяє при визначенні рівня безпечності ситуації за результатами моніторингу факторів порушення рівноваги урахувати трансформаційні процеси дестабілізації екологічної безпеки, що дає підстави для встановлення комплексного механізму управління якістю техногенно-навантажених територій.

Ключові слова: комплексна еколого-економічна оцінка, ризик-аналіз, MIPS-аналіз, ресурсоефективність, екологічне управління.

Вступ. Актуальність роботи полягає у необхідності вирішення проблеми отримання об'єктивної оцінки стану соціально-економічного, промислово-технологічного, еколого-економічного блоків природно-техногенних комплексів (ПТК), що становить міждисциплінарний характер дослідження системних об'єктів. Комплексність підходу до вивчення складних систем визначає за необхідне розгляд як стану складових об'єкта дослідження, так і процесів взаємодії між ними. Звідси доцільним є формування теоретично-практичної бази еколого-економічного аналізу і оцінки ПТК на основі комплексного методичного забезпечення моніторингових систем.

Аналіз останніх досліджень та літератури. Багатогранність проблем комплексної еколого-економічної оцінки територій розглядається в публікаціях багатьох авторів, які пропонують різні підходи і методи її оцінки: Т. Акімова, В. Хаскин, В. Батонян, О. Моїсеєнков [1], М. М. Гузев [2]; С. А. Дятлов [3] та ін.

Мета і постановка задачі дослідження. Для вирішення задач з екологічної безпеки пропонується використовувати систем-системний

© Д.І. Ємельянова. 2014

підхід, який поєднує різні методи оцінки і прогнозування стану об'єктів навколишнього природного середовища (НПС) для отримання повного аналізу дослідження із урахуванням математичних моделей, сучасних методик оцінки впливу техногенних джерел на НПС і їх відповідності вимогам екологічної безпеки. Необхідність удосконалення традиційних підходів з оцінки небезпеки для навколишнього середовища і здоров'я людини у зв'язку з розвитком наукових знань у системі «соціально-економічна діяльність – природне середовище» становило основу для подальшого розвитку імовірнісних методів оцінки збитків і рівня екологічної безпеки на основі теорії ризиків, застосування ризик-аналізу.

Для комплексної оцінки екологічності і небезпечного впливу господарської діяльності на об'єкти природного середовища (атмосферне повітря, ґрунт, водні об'єкти) і здоров'я населення необхідна характеристика процесів і явищ, пов'язаних з життєвими умовами виробництва, що визначило доцільність застосування узагальнюючих методів екологічної оцінки – MIPS-аналізу.

Таким чином, **мета роботи** полягає в удосконаленні теоретичних, методичних положень комплексного екологічного аналізу щодо стану техногенно-навантажених територій на основі загальних однорідних за масштабністю і розмірністю показників екологічної відповідності в системі «техногенний об'єкт – НПС– людина».

Для розв'язання основної задачі дослідження поставлені такі питання:

1) надати узагальнюючу характеристику методичного забезпечення оцінки екологічності природно-техногенних комплексів рівня дослідження навколишнього середовища;

2) надати математичне і алгоритмічне забезпечення запропонованої системи комплексного оцінювання стану природно-техногенних комплексів і процесів в них, що впливають на загальний рівень екологічної безпеки навколишнього середовища;

Матеріали досліджень. На відміну від існуючих комплексних методологій оцінювання складних об'єктів таких як оцінка екологічної ємності територій Мусихіної Е. А. [4], еколого-економічна оцінка і дифере-

нціація територій як основи збереження біорізноманіття Жигальського О. А. [5] пропонується система, яка заснована на пропозиції прийняття динамічної природи природно-техногенних систем і процесів, що в них відбуваються, і слугують зв'язком із зовнішнім середовищем. Ядром розв'язання таких задач є аналіз порушень у стані систем, прояву процесів самоорганізації і самовільних змін впливів, що призводять до стабілізації чи реконструювання станів, остаточної характеристики досягнення об'єктом внутрішнього і зовнішнього гомеостазу.

Таким чином, кількісна характеристика такої оцінки має три складові: рівень екологічності еколого-економічної системи, ступінь розвитку дії факторів впливу і екологічна оцінка соціальної системи у вигляді сумарної індикаторної характеристики оцінка ризику здоров'ю населення [6].

Основною метою еколого-економічної складової комплексної оцінки екологічності є максимізація біологічної продуктивності екосистем і мінімізація порушень гомеостазу [7].

Визначальним методом узагальнюючої оцінки якості еколого-економічних систем в екологічному управлінні природно-техногенними комплексами є MIPS-аналіз, що являє собою інструмент оцінки коефективності [7]. Специфіка методу дозволяє виявити точки небезпечних екологічних впливів, що є основою визначення запобігання пошкоджень і зменшення витрат на відшкодування екологічних збитків.

У результаті MIPS-аналізу для оцінки превентивних заходів із захисту НПС приймаються до уваги не тільки небезпечні речовини, а усі матеріальні потоки з метою запобігання не лише відомих, але і ще не відомих проблем охорони навколишнього природного середовища. Перевагою MIPS-аналізу є здатність методу визначення небезпечності продукції на кожній стадії її життєвого циклу, конкретного чинника збільшення екологічних збитків.

MIPS-аналіз дозволяє встановити кількість використаних ресурсів, починаючи з моменту їх вилучення з природного середовища. Даний підхід дозволяє встановити не лише допустимий, а і абсолютно необхідний рівень екологізації виробничих процесів – поєднання виробничих і екологічних операцій у технологічному процесі виробництва і реалізації продукції.

Таким чином, за допомогою показника MIPS враховуються всі джерела споживання ресурсів на кожній стадії ЖЦ технологій, оцінюється потенційний вплив всього виробництва на глобальному рівні і завдяки цьому враховуються «експортовані» впровадження у НПС.

Основною метою соціально-екологічної складової комплексного аналізу ПТК є визначення екологічних ризиків у вигляді ступеню порушень за інтенсивністю дії джерела негативного впливу. Оцінка небезпечного екологічного об'єкту встановлюється за ризиком невідповідності природним якостям екосистем і ризику здоров'я населення. Екологічний ризик – це ймовірність виникнення несприятливих ефектів для існування екосистем та життєдіяльності суспільства, в тому числі для здоров'я населення, що призводять до необоротної деградації екосистеми, внаслідок антропогенного тиску на довкілля або впливу природних чинників [8].

Управління екологічним ризиком – це процес, що включає визначення небезпеки впливу і його наслідків для природних екосистем, людини і її життєдіяльності, обґрунтування критерію прийнятності ризику. Екологічний ризик у такому разі пов'язаний з розглядом термодинамічних структур в екологічних системах, дослідженням факторів самоорганізації складових і системи загалом (синергетика), аналізом вірогідності стабілізації стану як досягнення рівноваги в системі відповідно до другого закону термодинаміки.

Структура, функції та еволюція екосистем, що вміщують хімічні сполуки, залежать від обміну речовин та енергії з НПС, зв'язків між процесами, які збільшують або зменшують ентропію всередині даної екосистеми. При незворотних процесах характеристика будь-якої структури залежить від певних умов, а їх розвиток відбувається якісними стрибками (фазовими переходами), які відповідають проходженню певних порогових значень. Зростанню локальної ентропії сприяють хімічні перетворення речовин, біологічні процеси, швидкість яких є нелінійною функцією.

Таким чином формується комплексна модель екологічного ризику в системі «НПС – взаємодія – техногенний об'єкт» (рис. 1).

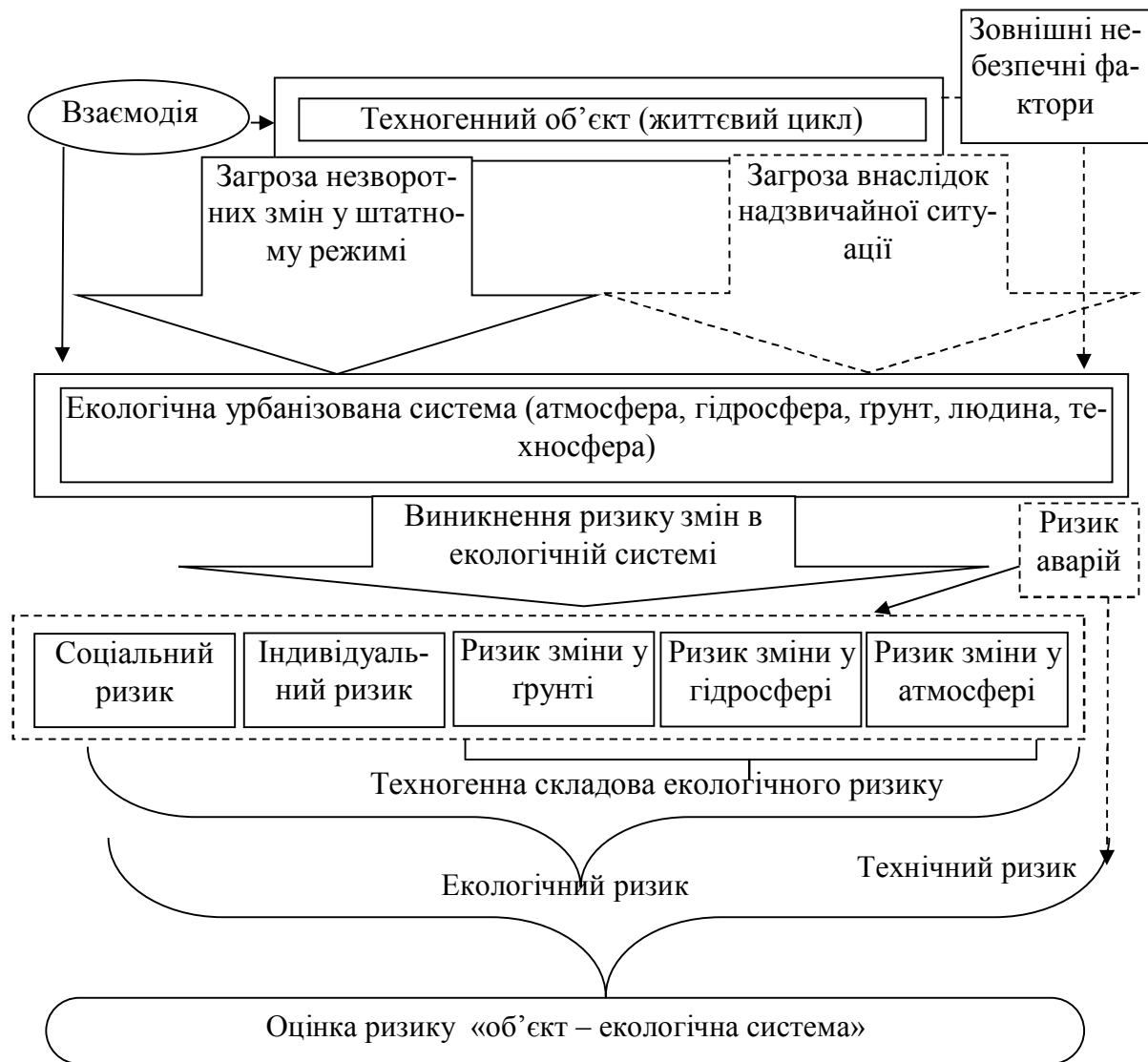


Рис. 1. Концептуальна модель виникнення ризиків змін в екологічній урбанізованій системі: подвійна лінія – взаємодіючі системи; безперервна лінія – характерні ознаки штатного режиму роботи об'єкта; пунктирна лінія – характерні ознаки надзвичайних ситуацій

Використання екосистемного підходу згідно концепції сталого розвитку забезпечує можливість створення універсального методу оцінки екологічного ризику природних утворень від техногенного навантаження на об'єкти НПС і стану здоров'я населення (рис. 2).

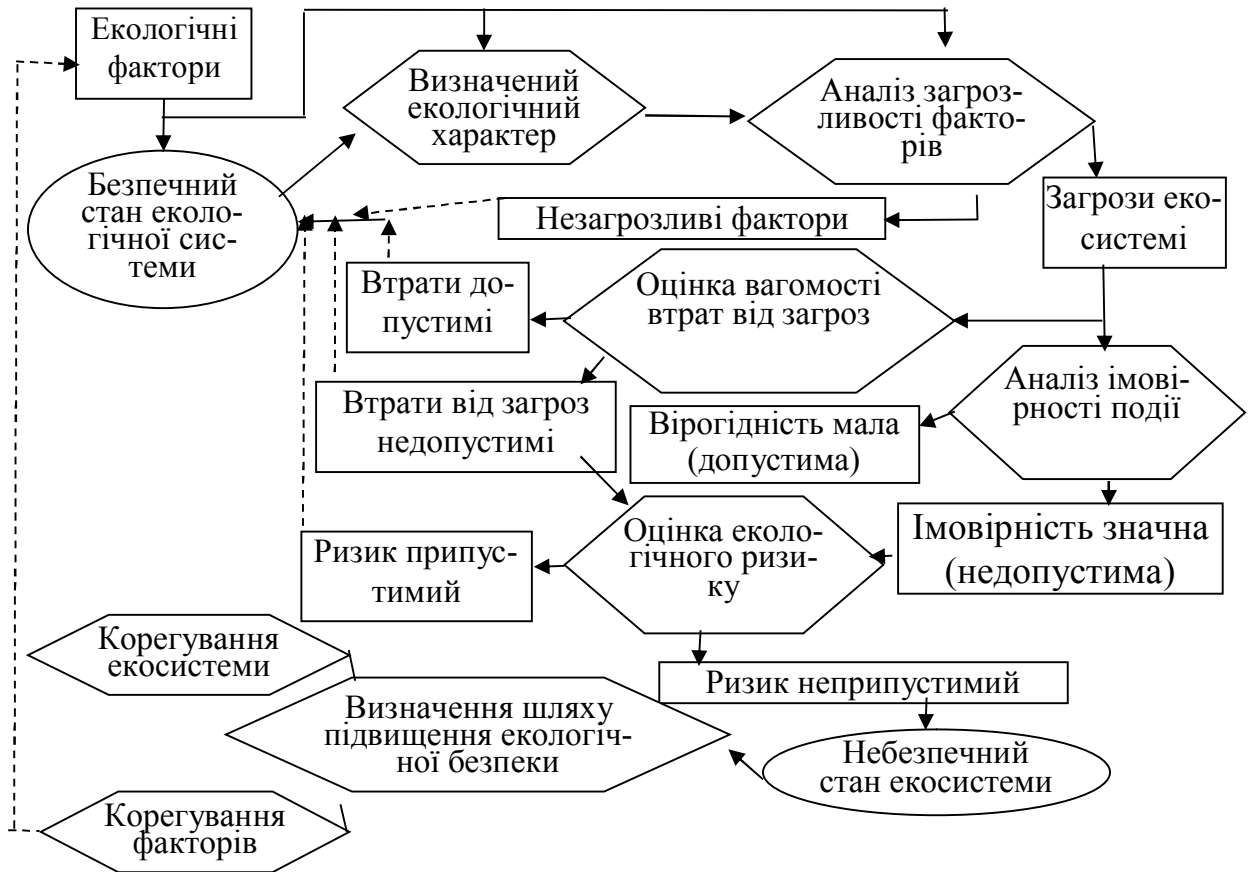


Рис. 2. Схема визначення екологічного ризику для об'єктів НПС

Комплексне використання MIPS-аналізу та визначення ризик-параметрів надає загальну характеристику впливу на об'єкти НПС і дозволяє визначити ймовірність появи небезпечного фактора дестабілізації стану НПС.

Опис територіально-об'єктових угруповань як системних об'єктів дослідження за методикою комплексної оцінки екологічності дозволяє при визначенні рівня безпечності ситуації за результатами моніторингу факторів порушення рівноваги урахувати вірогідність хіміко-трансформаційних перетворень в НПС для встановлення комплексного механізму управління якістю техногенно-навантажених територій з метою зменшення техногенних потоків (рис. 3, табл. 1).

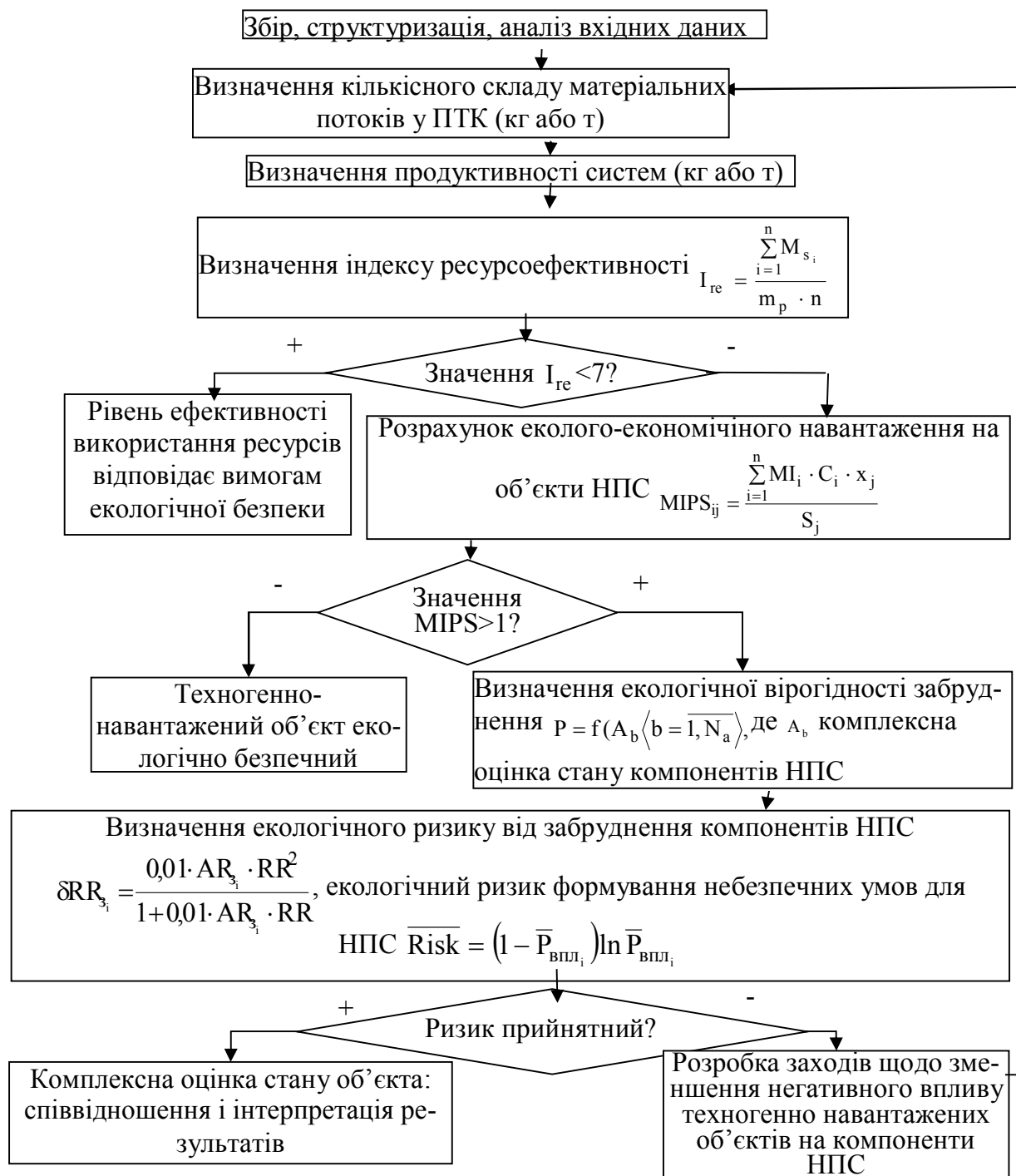


Рис. 3 Алгоритмічне забезпечення комплексної оцінки екологічності

Тобто, послідовність комплексного використання MIPS-аналізу та визначення ризик-параметрів впливу на об'єкти НПС з визначенням небезпечних факторів дестабілізації стану НПС здійснюється відповідно до запропонованого алгоритму (рис. 3, табл. 1).

Таблиця 1. Перелік позначень, наданих на рисунку 3

M_{s_i}	маса сировини i -го виду, що була витрачена на виготовлення одиниці продукції, за одиницю часу
m_p	маса одиниці продукції, кг
n	кількість одиниць продукції, виготовлених за одиницю часу
M_i	матеріальна інтенсивність i -ї забруднюючої речовини для k -го елемента НПС
C_i	концентрація i -ї забруднюючої речовини для k -го елемента НПС
x_j	загальна кількість викидів для j -го об'єкта дослідження
S_j	результати діяльності у вигляді продуктивності систем, кількості виготовленої продукції

Для оцінки рівня ресурсоефективності з використанням індексу I_{re} використовується наступна шкала (табл. 2).

Таблиця 2. Залежність значення I_{re} від рівня ефективності використання ресурсів

Величина I_{re}	Рівень ресурсоефективності
$I_{re} < 2$	дуже високий
$2 \leq I_{re} < 5$	високий
$5 \leq I_{re} < 7$	середній
$7 \leq I_{re} < 10$	низький
$I_{re} \geq 10$	дуже низький

На основі індексу ресурсоефективності, для приведення індексів до єдиної шкали оцінювання з межами від 0 до 1, пропонується використовувати унітарний індекс ресурсоефективності, на основі функції бажаності Харінгтону $J_{re} = \exp(-\exp(1,266 - 3,952 \cdot 10^{-1} \cdot I_{re}))$. Для практичної реалізації методики комплексної еколого-економічної оцінки техногенно-навантаженої території необхідно: 1. Привести критерії комплексної оцінки екологічності у показники, що мають однакову розмірність і інтервал можливих значень. 2. Порівняти кожен з показників з його гранично допустимим значенням. 3. Об'єднати всі показники в єдину комплексну оцінку. Таким чином, інформаційне забезпечення комплексної еколого-економічної оцінки стану ПТК дозволяє послідовно визначити значення екологічного, економічного та соціального показників, встановити відповідний напрям вдосконалення заходів щодо поліпшення стану об'єктів НПС. Застосування рекомендацій на техногенному об'єкті дозволить врівноважити співвідношення екологічного, економічного та соціального критеріїв між собою і добитися поліпшення загального стану ПТК.

Висновки. Таким чином, створення методології комплексної оцінки екологічності є актуальною задачею екологічного управління якістю НПС, спрямоване на удосконалення інформаційно-екологічної складової моніторингу НПС у вигляді: 1) формування моделі ПТК з усвідомлення еколого-соціально-економічної інформації й отримання екологічних знань для пошуку балансу між інтересами систем на рівні територіально-об'єктового угруповання; 2) визначення методичного забезпечення комплексної оцінки екологічності системного об'єкта дослідження з урахуванням взаємозв'язку між станом і процесами внутрішньої самоорганізації і зовнішнього зв'язку з НПС відповідно до правил системного гомеостазу.

Список літератури: 1. *Акімова Т.А.* Основные критерии экоразвития / *Т.А. Акімова* [и др.]. – М.: Из-во Рос. экоакадемии. 2009. – 54 с. 2. *Гузев М.М.* Экономические проблемы и механизмы экологически устойчивого развития. – Волгоград: Изд-во Волгоградского гос. ун-та. 2007. – 200 с. 3. *Дятлов С.А.* Информационная парадигма социально-экономического развития. Известия СПб университета экономики и финансов. – СПб.: Изд-во СПбУЭФ. 2008. – с. 3–4. 4. *Мусихина Е.А.* Методологический аспект технологии комплексной оценки экологической ёмкости территорий. – М.: Изд-во «Академия Естествознания». 2009. – 137 с. 5. *Жигальский О.А.* Обоснование региональной сети экологически ценных территорий / *О.А. Жигальский* [и др.]. // Экология. 2003. – № 1. – с. 3-11. 6. *Згуровский М. З.* Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей / *М.З. Згуровский, А.Д. Гвишиани*. – К.: Політехніка. 2008. – 331 с. 7. *Козуля Т. В.* Теоретико-практичні основи методології комплексної оцінки екологічності територіальних і об'єктових систем / *Т.В. Козуля, Н.В. Шаронова, Д.І. Ємельянова, М.М. Козуля* // Проблеми інформаційних технологій. 2012. – № 01 (011).– с. 37–45. 8. *Лисиченко Г.В.* Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління / *Г.В. Лисиченко, Ю. Л. Забулонов, Г. А. Хміль* – К.: Наук. думка. 2008. – 543 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Akimova T.A.* Osnovnye kriterii jekorazvitija. – Moscow.: Iz-vo Ros jekoakademii. 2009. – 54 p. 2. *Guzev M.M.* Jekonomicheskie problemy i mehanizmy jekologicheskij ustojchivogo razvitija. Volgograd: Izd-vo Volgogradskogo gos. un-ta. 2007. – 200 p. 3. *Djatlov S.A.* Informacionnaja paradigma social'no-jekonomicheskogo razvitija. Izvestija SPb universiteta jekonomiki i finansov. 2008. – P. 3–4. 4. *Musihina E.A.* Metodologicheskij aspekt tehnologii kompleksnoj ocenki jekologicheskij jomkosti territorij. – Moscow: Izd-vo “Akademija Estestvoznaniya”. 2009. – 137 p. 5. *Zhigal'skij O.A.* Obosnovanie regional'noj seti jekologicheskij cennyh territorij. Jekologija. 2003. – No. 1. – P. 3–11. 6. *Zgurovskij M.Z.* Global'noe modelirovanie processov ustojchivogo razvitija v kontekste kachestva i bezopasnosti zhizni ljudej. – Kiev: Politehnika. 2008. – 331 p. 7. *Kozulya T.V.* Teoretyko-praktychni osnovy metodolohiji kompleksnoj otsinky ekolohichnosti terytorial'nykh i ob"yektovykh system / *T.V. Kozulya, N.V. Sharonova, D.I. Yemel'yanova, M.M. Kozulya.* Problemy informatsiynykh tekhnolohiy. 2012. – No. 01 (011).– P. 37–45. 8. *Lysyuchenko H.V.* Pryrodnyy, tekhnohennyy ta ekolohichnyy ryzyky: analiz, otsinka, upravlinnya. – Kiev: Nauk. dumka. 2008. – 543 p.

Надійшла (received) 28.10.14