

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БІЛОВА МАРІЯ ОЛЕКСІЇВНА

УДК 504.7.064.3:614

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГО-СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ
ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ РІВНЯ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Суми – 2017

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерного моніторингу і логістики Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Козуля Тетяна Володимирівна,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків,
Міністерства освіти і науки України,
професор кафедри комп'ютерного
моніторингу і логістики.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Внукова Наталія Володимирівна,
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет, м. Харків,
Міністерства освіти і науки України,
заступник завідувача кафедри екології;

кандидат технічних наук, доцент
Трунова Інна Олександрівна,
Сумський державний університет, м. Суми,
Міністерство освіти і науки України,
доцент кафедри прикладної екології.

Захист відбудеться «___» _____ 2017 о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 55.051.04 Сумського державного університету за адресою: 40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, корп. Ц, ауд. 204.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Сумського державного університету за адресою: 40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2.

Автореферат розісланий «___» _____ 2017 р.

Учений секретар
спеціалізованої
вченої ради К 55.051.04,
кандидат технічних наук, доцент



Л.Л. Гурець

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вирішення науково-прикладних завдань екологічної безпеки в умовах високого рівня техногенного навантаження від промислово-енергетичного сектору економіки на природні та населені території України потребує комплексного підходу до забезпечення безперервного контролю екологічної якості природно-техногенних систем, які визначаються проявом економічних, соціальних та екологічних аспектів сталого розвитку суспільства. Для створення методичного забезпечення обробки даних моніторингових досліджень техногенно-навантажених територій необхідним є звернення до сучасних інформаційних технологій комплексного дослідження стану і процесів функціонування систем навколишнього природного середовища (НПС) з метою визначення ефективних засобів підтримки їх природного розвитку.

У такому разі актуальним є запровадження всебічного системного аналізу еколого-соціально-економічних об'єктів для встановлення дестабілізуючих факторів упорядкованості у навколишньому середовищі (НС) і гармонізації соціально-економічного розвитку на основі удосконалення методів визначення відповідності стану системи прийнятному рівню екологічної безпеки. Особливого значення при цьому набуває посилення ролі чинників самоорганізації, що забезпечують перебіг процесів в межах системи досліджень з екологічної безпеки «стан (система – НС) – зміни – процес – кінцевий стан системи».

У системному аналізі еколого-соціально-економічних утворень на рівні природно-техногенних систем розглянуті розробки В. М. Шмандія, М. Д. Гродзинського, А. Б. Качинського, Д. М. Пляцка та ін.; стосовно питань сталого розвитку – М. З. Згуровського, Г. О. Статюхи, А. Г. Шапара та ін.; з математичного моделювання складних систем – Г. Хакена, С. Ю. Шабанов-Кушнарєнка, М. Ф. Бондарєнка, Ф. С. Робертса, Г. В. Горєлової та ін.

На основі зазначеного вище можна стверджувати, що актуальною і необхідною є розробка методичного забезпечення комплексної оцінки стану екобезпеки складних об'єктів з використанням методів системного аналізу – методу головних компонент, методу компараторної ідентифікації, графологічних методів – топологічного та когнітивного моделювання слабоструктурованих систем, з метою подальшого розвитку науково-практичних основ екологічних досліджень еколого-соціально-економічних об'єктів за комплексним підходом.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі комп'ютерного моніторингу і логістики в рамках державних замовлень на науково-технічні роботи згідно наукових напрямків Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» у межах планів держбюджетної НДР

МОН України: «Розробка математичних моделей і методів розв'язання задач управління виробництвом в нечітких умовах» (ДР №0106U005166), сумісного проекту ДП «УкрНТЦ «Енергосталь» і ХМУ «Обґрунтування концепції управління поведження відходами з оцінкою ризику здоров'ю населення в басейні міжрегіонального джерела водопостачання р. С. Донець» (ДР 0110 U001804). Практичні дослідження роботи пов'язані з виконанням господарської договірної науково-дослідної роботи з ДП «УкрНТЦ «Енергосталь» за темами «Переробка зношених автомобільних шин методом термохімічної деструкції», «Розробка ТЕО з організації системи повернення води господарчо-побутових стоків з метою їх використання у виробничому водопостачанні (лист № 1–01–11336 від 13.11.2013), розв'язання окремих розрахункових задач за темою «Модуль очистки шламових вод» у межах наукового співробітництва на 2014–2015 рр. з ООВ «Научно-технический центр «ЭКОМАШ» (№ 444 – 2014 від 04.08.2014).

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає у розв'язанні науково-практичної задачі комплексної оцінки рівня екологічної безпеки складних об'єктів на основі удосконалених методів системного аналізу ступеня якості еколого-соціально-економічних утворень. Відповідно до зазначеної мети поставлені такі задачі:

1) надати системологічний аналіз сучасних підходів з комплексного оцінювання ступеня екологічної безпеки складних об'єктів для створення інформаційно-методичного забезпечення ідентифікації відповідності стану природно-техногенних систем різного рівня дослідження прийнятному рівню екологічної безпеки;

2) визначити теоретико-практичні засади формування системи методичного забезпечення оцінки екологічної безпеки системних об'єктів з урахуванням положень теорій системного аналізу, математичного та логікографічного моделювання;

3) удосконалити методи розв'язання задач оцінки екологічної безпеки природно-техногенних об'єктів відповідно до комплексних досліджень рівня екологічності та безпечності складних систем;

4) розробити інформаційно-алгоритмічне забезпечення реалізації запропонованої системи методів з комплексного аналізу та оцінки екологічної якості складних об'єктів за еколого-соціально-економічними аспектами дослідження;

5) розробити інформаційно-програмний комплекс розв'язання задач з оцінки невідповідності параметрів, які аналізуються, прийнятному рівню екологічної безпеки для формування альтернатив регулювання рівня якості природно-техногенних систем різної складності.

Об'єкт дослідження – системні методи комплексного оцінювання рівня екологічної безпеки складних об'єктів.

Предметом дослідження є системний аналіз еколого-соціально-економічних об'єктів для комплексної оцінки рівня екологічної безпеки.

Методи дослідження. Для комплексного визначення екологічного стану природно-техногенних систем, побудови моделей застосовувалися методи системного аналізу складних об'єктів. Теоретичне обґрунтування результатів дослідження проводилося за принципами загальної теорії систем, відповідно до методів компараторної ідентифікації і когнітивного аналізу. При побудові моделей системного об'єкта, визначенні інструментарію з розв'язання задач оцінки екобезпеки використані засоби комп'ютерних технологій обробки і аналізу даних (програмний продукт у середовищі Microsoft Visual Studio 2010 мовою C#).

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розв'язанні науково-практичної задачі з визначення системи методів оцінки рівня екологічної безпеки складних об'єктів, розробці інформаційно-програмного продукту її реалізації для дослідження екологічності складних систем за концепцією сталого розвитку, що дозволило одержати таке:

- вперше запропоновано систему методів аналізу складних об'єктів для досліджень «стан (система – НС) – зміни – процес – кінцевий стан системи» з комплексної оцінки рівня екобезпеки «система – НПС»;

- вперше сформовано методичне забезпечення проведення комплексного дослідження в системі екологічної безпеки у контексті концепції сталого розвитку зі встановленням факторів дестабілізації, механізмів регулювання якості природно-техногенних об'єктів;

- отримав подальшого розвитку метод компараторної ідентифікації у контексті розв'язання задач оцінки рівня екологічної безпеки складних об'єктів на основі застосування функції відповідності природно-техногенних утворень прийнятному рівню екологічної якості;

- отримали подальшого розвитку графологічні методи моделювання природно-техногенних систем відповідно до вимог оцінки рівня екологічної безпеки за концепцією сталого розвитку;

- отримали подальшого розвитку засоби інформаційно-програмного забезпечення реалізації методів оцінки рівня екобезпеки складних об'єктів і визначення умов сталого розвитку природно-техногенних систем.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено інформаційно-методичне та алгоритмічне забезпечення комплексної оцінки екологічної безпеки стану системних об'єктів різного рівня організації.

Розроблено інформаційно-програмне забезпечення комплексної оцінки рівня екологічної безпеки складних об'єктів, визначення ступеня невідповідності проаналізованих параметрів стану природно-техногенних систем вимогам сталого розвитку.

На основі наданого інформаційно-алгоритмічного забезпечення комплексної оцінки рівня безпеки природно-техногенних об'єктів

проведено екологічні дослідження за темами: «Переробка зношених автомобільних шин методом термохімічної деструкції», «Розробка ТЕО з організації системи повернення води господарчо-побутових стоків з метою їх використання у виробничому водопостачанні» (акт впровадження з ДП «УкрНТЦ «Енергосталь» від 28.10.2016). Розроблений інформаційно-програмний комплекс розв'язання задач якості стану системних об'єктів забезпечує обробку інформації моніторингових систем для визначення оцінки рівня екологічної безпеки НС, підтримки прийняття рішень щодо захисту здоров'я населення (акт впровадження результатів в роботу Центральної науково-дослідної лабораторії ХНМУ від 09.12.2016).

Результати дисертаційної роботи щодо розробки інформаційно-методичного забезпечення оцінки стану територіальних і виробничих об'єктів впроваджено на кафедрі комп'ютерного моніторингу і логістики Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» при викладанні дисциплін «Дискретна математика», «Математичні методи дослідження операцій», «Оптимізація систем моніторингу» (акт впровадження від 11.01.2017).

Особистий внесок здобувача полягає у визначенні теоретичних основ з розробки методичного забезпечення досліджень системних об'єктів із застосуванням GL-моделей складних систем, методів компараторної ідентифікації та когнітивного аналізу для оцінки рівня екологічної безпеки природно-техногенних об'єктів; встановленні підходів до розв'язання практичних завдань з оцінки екологічної безпеки взаємодії «система – НС»; формуванні інформаційно-алгоритмічного забезпечення екологічної оцінки стану еколого-соціально-економічних об'єктів при розв'язанні задач сталого розвитку на рівні локального, регіонального і глобального екологічного моніторингу. Внесок автора у роботах, опублікованих у співавторстві, наведений у списку публікацій за темою дисертації.

Апробація результатів досліджень. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на таких конференціях: Міжнародна науково-практична конференція за участю молодих науковців «Еколого-правові та економічні аспекти» (Харків, 2012, 2013); Міжнародна науково-методична конференція «Безпека людини у сучасних умовах» (Харків, 2012); Університетська науково-практична студентська конференція магістрантів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (Харків, 2014); Міжнародна науково-практична конференція «Moderní vymoženosti vědy – 2014» (Прага, 2014), Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Харків, 2014, 2015, 2016); Науково-практична конференція «Наукова школа академіка І. А. Зязюна у його соратниках та учнях» (Харків, 2015); «Information technologies in information business conference (ITIB)» (Харків,

2015); Всеросійська наукова конференція і школа для молодих вчених «Системи забезпечення техносферної безпеки» (Таганрог, 2016); Міжнародна науково-технічна конференція «Системний аналіз та інформаційні технології (SAIT)» (Київ, 2014, 2015, 2016).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 24 наукові праці, серед яких колективна монографія, 9 статей у наукових фахових виданнях з переліку МОН України, з яких 8 входять до наукометричних баз даних, 2 публікації у зарубіжних виданнях та 12 тез доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 211 сторінок. Дисертаційна робота містить 10 таблиць, 59 рисунків, перелік умовних скорочень, список використаних джерел із 177 найменувань на 20 сторінках та 11 додатків на 47 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовані мета і задачі дослідження, розкрито стан науково-прикладних досліджень і проблемних завдань у галузі оцінки рівня екологічної безпеки складних систем, визначено наукову новизну, теоретичне і практичне значення методичних та інформаційно-програмних розробок для систем екобезпеки, практичну цінність отриманих результатів та особистий внесок здобувача.

У першому розділі надано літературний огляд підходів і методів з оцінки рівня екологічної безпеки складних систем, аналіз особливостей застосування різноманітних показників для характеристики екологічного стану природно-техногенних об'єктів. Задача оцінки екологічної безпеки НС розглянута в контексті визначення відповідності стану об'єкта прийнятному рівню екологічної безпеки взаємодії «система – НС». У роботі запропоновано надавати оцінку рівня екологічної безпеки за критерієм якості складних систем відповідно до екологічних, еколого-соціальних і еколого-економічних принципів Ріо-де-Жанейрської декларації з НС і розвитку, як комплексну характеристику екологічності і безпечності стану і функціональності систем об'єкта дослідження (рис. 1).

Таким чином, відповідно до завдань екобезпеки у контексті сталого розвитку постає задача розробки методичного забезпечення комплексної оцінки рівня екологічної якості складних систем. Аналіз стану еколого-соціально-економічних об'єктів потребує врахування в аналітичній системі процесів взаємодії «система – НС», а як наслідок – формування комплексу методів з послідовної оцінки їх екологічності та безпечності.

У другому розділі проаналізовано теоретико-практичні основи методів формування системи ідентифікації якості природно-техногенних об'єктів за відповідністю вимогам рівноважного стану «система – НС». 3

метою виявлення вагомих факторів дестабілізації безпечності (техногенна складова) і показників регулювання екологічності розвитку систем і об'єкта дослідження загалом (природна складова) запропоновано комплекс методів з надання системного аналізу стану корпоративно-об'єднаних систем у межах природно-техногенного об'єкта.

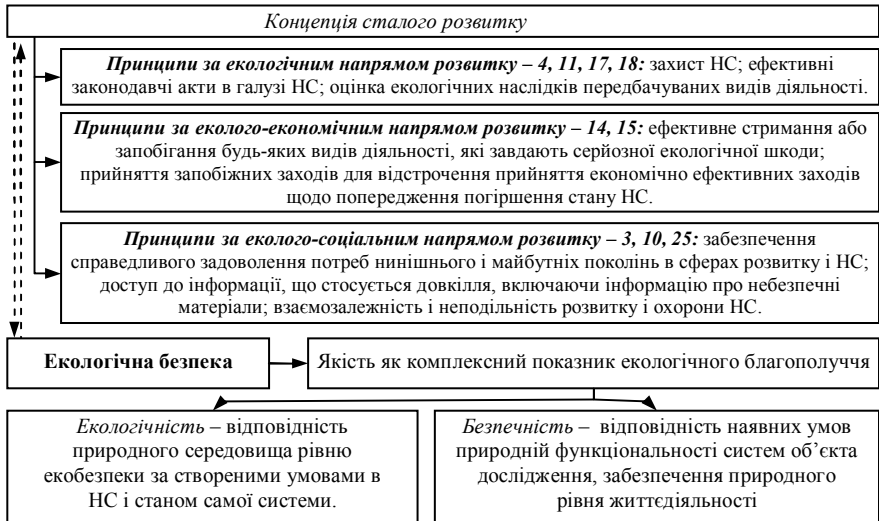


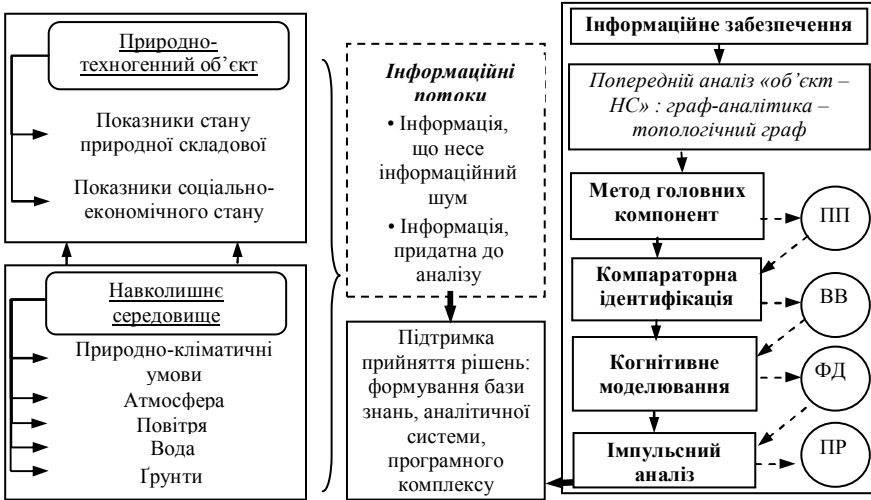
Рисунок 1 – Комплексність оцінки рівня екологічної безпеки складних систем

Цільовою функцією оцінювання рівня екологічної безпеки стану системного об'єкта є залежність її якості від характеристик абіотичних і біотичних компонентів та параметрів техногенного навантаження, які встановлюються на основі запропонованого інформаційно-методичного забезпечення аналізу та оцінки моніторингової інформації (рис. 2).

Екологічні, соціальні, економічні дослідження в межах системного аналізу стану і динаміки складних об'єктів природно-техногенного змісту пов'язані з багатофакторними методами обробки даних. Для зниження інформаційного шуму і збільшення інформативності залучених до аналізу показників в межах статистичних методів факторного аналізу застосовано метод головних компонент (ГК), які визначаються таким чином (рис. 3):

$$Z_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + \dots + a_{jr}F_r + d_j U_j, \quad j = \overline{1; m}, r < n, \quad (1)$$

де F_j – загальний j -й фактор, спільний для всіх показників; a_j – факторне навантаження загального j -го фактора, що характеризує істотність його впливу (внесок відповідного фактора в показник X_j); X_j – j -й показник дослідження; U_j – характерний фактор j -го показника; d_j – навантаження характерного фактора j -го показника тільки для ознаки U_j .



ПП – пріоритетні показники, ВВ – відповідність рівню екологічної безпеки, ФД – виділення факторів дестабілізації, ПР – формування стратегії, спрямованої на прийняття рішення

Рисунок 2 – Інформаційно-методичне забезпечення оцінки екологічної безпеки

Надалі за послідовністю оцінювання рівня екологічної безпеки встановлюються фактори нестабільності систем. Для цього запропоновано використати логіко-математичні засоби, а саме метод компараторної ідентифікації (КІ). Аналіз особливостей методу КІ встановив можливості його удосконалення для розв'язання задач екологічної безпеки за умови виключення експертних процедур. Відповідно до цього в роботі вводиться поняття *екологічного компаратору*, що за своїми функціями дозволяє встановити фактори дестабілізації стану системи дослідження. Показання екологічного компаратору ідентифікують стан складного об'єкта за дослідженими параметрами згідно з прийнятним рівнем екобезпеки, співвідносять комплекс властивостей систем відповідно до їх природного екологічного стану. Результати роботи компаратора щодо порівняння фактичних даних при дії внутрішніх і зовнішніх факторів на об'єкт дослідження з показниками його рівноважного стану дозволяють оцінити стан екологічної безпеки на виході за значенням t . Компаратор встановлює, знаходяться чи ні його вхідні сигнали y_1, y_2, \dots, y_m у заданому відношенні K до вихідних, тобто реагує сигналом $t = 1$ при наявності відповідності прийнятному рівню екологічної безпеки; при її відсутності – сигналом $t = 0$ (рис. 4):

$$K(y_1, y_2, \dots, y_n) = \begin{cases} 1 - \text{система функціонує без порушень;} \\ 0 - \text{визачені порушення в системі дослідження.} \end{cases} \quad (2)$$

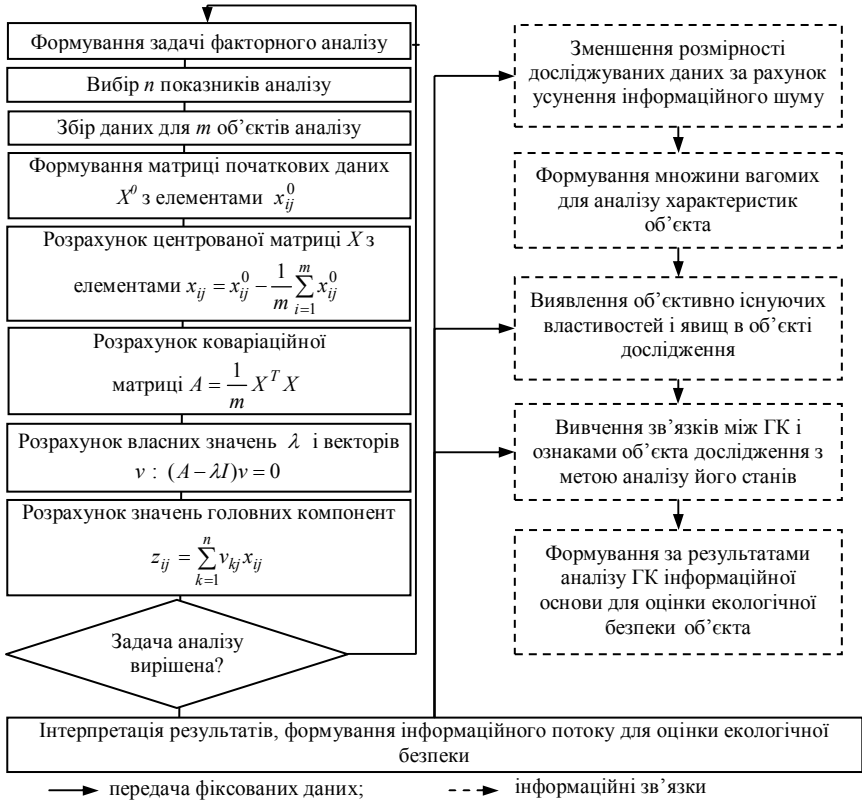


Рисунок 3 – Схема алгоритму реалізації методу головних компонент

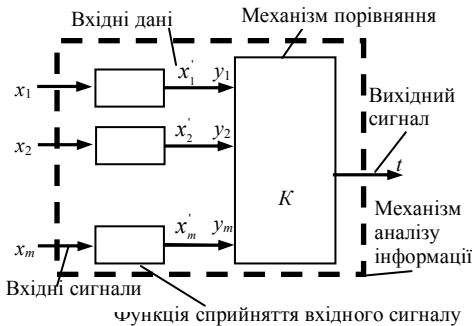


Рисунок 4 – Структурна схема компараторного вимірювання

На основі аналізу вхідних інформаційних сигналів визначається стан об'єкта у вигляді: $y_1 = f_1(x_1; x'_1) \dots y_m = f_m(x_m; x'_m)$, де $f_m(x_m; x'_m)$ – функція сприйняття вхідного сигналу x_m і прийнятої інформації x'_m ; m – кількість вхідних сигналів. Предикат урівноважування параметрів відповідно з

відношенням (2) має вигляд: $P(x_m, x'_m) = D(f(x_m), f(x'_m))$.

Оцінка відповідності стану безпечності «система – НС» здійснюється за характеристиками взаємодії його складових частин між собою і зовнішнім середовищем. Для цього використано GL-моделі систем у вигляді топологічних графів для оцінки впливу НС на природно-техногенні об'єкти різноманітного рівня складності (рис. 5).

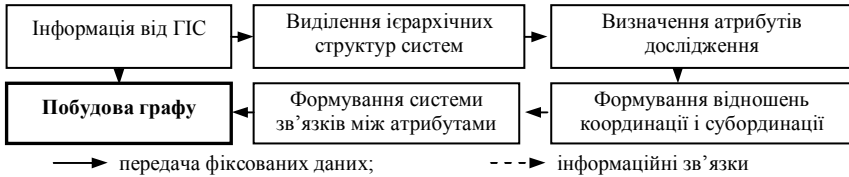


Рисунок 5 – Схема визначення GL-моделі «система – навколишнє середовище»

Оцінка стану систем у межах об'єкта дослідження за даними аналізу «стан (система – НС) – зміни – процес – кінцевий стан системи» надається відповідно до методу когнітивного аналізу у вигляді кортежу:

$$\langle G \langle V, E \rangle \rangle,$$

де G – знаковий оргграф (когнітивна карта (КК)); V – множина вершин КК (концепти), елементи системи; E – множина дуг, взаємозв'язки вершин.

Аналіз динаміки процесів системи, наданої у вигляді КК, проводиться за результатами імпульсного режиму дослідження цілеспрямованих впливів. Значення фактора x_i в момент часу $t + 1$ визначається як

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \sum_{j \in I_i} a_{ij}(x_j(t) - x_j(t-1)), \quad (3)$$

де $x_i(t)$ – значення фактора x_i в момент часу t ; a_{ij} – вага впливу i -го фактора на j -й фактор; $(x_j(t) - x_j(t-1))$ – приріст значення j -го фактора в момент часу t .

Цілеспрямований вплив на один або декілька факторів відповідає такому

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j(t), \quad (4)$$

де $p_j(t)$ – імпульсний сигнал у момент часу t на j -й концепт.

Таким чином, проведення ідентифікації рівня екологічної безпеки складного об'єкта потребує послідовної реалізації методів системного аналізу об'єкта «система – НПС» при виділенні змін і їх причин на рівні дослідження «стан (система – НС) – зміни – процес – кінцевий стан системи».

У третьому розділі наведені характеристики складових методичного забезпечення оцінки рівня екологічної безпеки складних об'єктів, що

становить сукупність статистичних, логіко-математичних і графологічних методів. Забезпечення належного рівня екологічної безпеки взаємодії «система – НС» потребує розв'язку завдань формування впливу, наданого формально у вигляді рівняння $U(t) = U\{S(t), S_k, t\} = U^*(t) + U\{S^*(t), t\}$, де $U^*(t)$ – програмний вплив, який реалізує оптимальну траєкторію $S^*(t)$ переходу системи з початкового (S_0, t_0) у кінцевий (бажаний) стан (S_k, t_k) ; $U\{S^*(t), t\}$ – вплив, який компенсує відхилення від $S^*(t)$.

Оцінка рівня екологічної безпеки еколого-соціально-економічного об'єкта дослідження базується на результатах встановлення множини факторів, що визначають стан об'єкта X_1, X_2, \dots, X_n загальною кількістю n з характерними m параметрами у початковий момент S_0 , що надалі інтерпретується набором $X_1(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1m}), S_0^{(1)}$; $X_2(x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2m}), S_0^{(2)}$; \dots ; $X_n(x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nm}), S_0^{(n)}$; $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$. При певному впливі НС зміни системи визначаються як реалізація екологічно відповідного стану S_{01} або збереження початкового стану на деякий час S'_0 завдяки здатності структури до самоорганізації. Множину m показників стану об'єкта систематизують за змістом на три факторні групи: характеристики екологічного стану $X_{ек}$ (екологічна система); економічні показники X_e (економічна система); соціальні показники X_c (соціальна система): $X_{ек} = \{X_{ек1}, X_{ек2}, \dots, X_{екp}\}$; $X_e = \{X_{e1}, X_{e2}, \dots, X_{el}\}$; $X_c = \{X_{c1}, X_{c2}, \dots, X_{cs}\}$; $p + l + s = m$, де p – кількість факторів $X_{ек}$, що визначають екологічні характеристики об'єкта; l – кількість факторів X_e , що становлять чинники екологічної безпеки економічної системи об'єкта; s – кількість факторів X_c , що відповідні за соціальні пріоритети стану об'єкта.

Надання оцінки рівня екологічної безпеки системи пов'язано з вилученням необхідної для розв'язання задачі інформації з доступного набору на основі створення нової системи координат Y_1, Y_2, \dots, Y_n у початковому просторі показників X :

$$\begin{cases} Y_j(X) = w_{ij}(X_j - m_j) + \dots + w_{nj}(X_n - m_n); \\ \sum_{i=1}^n w_{ij}^2 = 1, \quad j = \overline{1, n}; \\ \sum_{i=1}^n w_{ij} w_{ik} = 0, \quad j, k = \overline{1, n}, j \neq k, \end{cases} \quad (5)$$

де m_j – математичне очікування ознаки X_j j -го показника дослідження;
 w_{ij} – коефіцієнт i -ї головної компоненти j -го показника дослідження.

На основі удосконаленого методу компараторної ідентифікації (див. рис. 4) за значенням екологічного компаратора здійснюється порівняння існуючого стану складного об'єкта з максимально досяжним, екологічно безпечним «еталонним» станом у межах аналізованої системи дослідження. Порівняльна база визначається на основі характеристик стану та функціональності об'єкта у вигляді сукупності показників Z_j . Для фіксованого j -го параметру обирається максимально досяжне (еталонне) з позицій екологічної безпеки значення y_j , яке буде мінімальним або максимальним значенням параметру x_{ij} серед усіх X_n в залежності від змісту параметру, що аналізується:

$$Z_j = \begin{cases} \max(x_{ij}) & \text{для позитивного виміру } j\text{-го показника } X_n; \\ \min(x_{ij}) & \text{для негативного виміру } j\text{-го показника } X_n, \end{cases} \quad (6)$$

де Z_j – максимально досяжне значення j -го показника за вхідними даними; x_{ij} – значення j -го показника i -ї системи об'єкта дослідження.

Для співставлення отриманих результатів проводиться нормування множини показників у кожній із виділених груп факторів за відношенням

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{Z_j}, \quad (7)$$

де r_{ij} – нормоване значення j -го показника i -ї системи об'єкта.

Можливі варіанти оцінки стану системи за нормованим значенням показника r_{ij} : $r_{ij} = 1$ – еталонне значення для оцінки стану системи, $r_{ij} \gg 1$ ($Z_j = \min(x_{ij})$) та $r_{ij} \ll 1$ ($Z_j = \max(x_{ij})$) – незадовільне значення, високий рівень відхилення від встановлених вимог екологічної безпеки.

Визначення міри відповідності прийнятному рівню екологічної безпеки здійснюється за оцінкою відношення відхилення r_{ij} від еталону, що приймається за одиницю, на розкид граничних значень:

$$\Delta_{ij} = \frac{|r_{ij} - 1|}{\max r_j - \min r_j}, \quad (8)$$

де Δ_{ij} – міра відповідності j -го показника i -ї системи об'єкта дослідження; $\max r_j$, $\min r_j$ – граничні значення j -го нормованого показника.

Для виявлення множини факторів дестабілізації екологічно безпечного стану систем дослідження надається компараторна оцінка отриманих значень показників Δ_{ij} . Вихідна характеристика k_{ij} приймає значення «1» за умови покриття Δ_{ij} інтервалу допустимих змін $[0; 0,2]$, що відповідає прийнятному рівню екологічної безпеки; значення «0» – невідповідність стану екологічної безпеки. Дестабілізуючі фактори визначаються за правилом:

$$k_{ij} = \begin{cases} 0, \Delta_{ij} \notin [0; 0,2]; \\ 1, \Delta_{ij} \in [0; 0,2], \end{cases} \quad (9)$$

де k_{ij} – результат екологічного компаратора для j -го показника i -ї системи об'єкта дослідження; 0,2 – допустиме значення відхилення відповідно до оцінки реалізації рівня малого (помірного) ризику.

Запропонована оцінка відповідності систем вимогам екологічної безпеки дозволяє отримати їх екологічний рейтинг в межах об'єкта дослідження. На перше місце рейтингу розміщують систему, для якої найбільша кількість характеристик k_{ij} приймає значення 1. Надалі пропонується сформувати нову вибірку систем об'єкта, яка не включає в себе названу вище систему. Розрахунки проводяться за встановленим алгоритмом, починаючи з пошуку еталонних значень параметрів Z_j . Аналогічно обирається система, яка займає друге місце рейтингу. Формується оновлена вибірка. Визначення рейтингу проводяться до повного упорядкування систем об'єкта за рівнем екологічної безпеки щодо стану і функціональності.

Задача комплексного аналізу еколого-соціально-економічних об'єктів включає процедуру визначення невідповідності прийнятному рівню екобезпеки досліджуваних об'єктів. Під «невідповідністю» розуміється результат «0» на виході компаратору. Для розробки шкали оцінки невідповідності застосовані методи статистичної теорії обробки даних. Для визначення кількості інтервалів шкали використано формулу Стержеса:

$$n = 1 + 3,322 \cdot \lg N,$$

де n – кількість інтервалів; N – загальне число досліджуваних параметрів.

У результаті отримано таку шкалу оцінювання відповідності складних систем рівню екологічної безпеки за значенням відхилень: 0–0,1 – дуже високий рівень відповідності; 0,1–0,3 – високий рівень; 0,3–0,4 – середній рівень; 0,4–0,6 – низький рівень; 0,6–1 – дуже низький рівень.

Остаточним етапом комплексного дослідження системних об'єктів є формування прогнозу стосовно наслідків змін дестабілізуючих факторів. Для цього застосовується метод когнітивного аналізу, що передбачає побудову моделі об'єкта у вигляді когнітивної КК:

$$G = \langle C, E \rangle, \quad (10)$$

де G – знаковий оргграф; $C = \{c_i\}$ – множина концептів; $E = \{e_{i,j}\}$ $i = 1, 2 \dots n, j = 1, 2 \dots n, i \neq j$ – множина причинно-наслідкових зв'язків між i -м і j -м концептами.

Прогнозована поведінка системи визначається на базі когнітивної моделі за результатами імпульсного аналізу:

$$v_i(t+1) = v_i(t) + \sum_{j=1}^n w(c_i c_j) p_j(t), \quad (11)$$

де $v_i(t+1)$ – значення i -го концепту c в момент $t+1$; $v_i(t)$ – значення i -го концепту c в момент t ; $p_j(t)$ – імпульсний сигнал у момент часу t на j -й концепт; $w(e_{ij})$ – ваговий коефіцієнт дуги e_{ij} , що становить зв'язок (c_i, c_j) і має вигляд:

$$\begin{cases} w(e_{ij}) = 1, & \text{якщо збільшення } v_i \text{ призводить до збільшення } v_j; \\ w(e_{ij}) = -1, & \text{якщо збільшення } v_i \text{ призводить до зменшення } v_j; \\ w(e_{ij}) = 0, & \text{якщо дуга } e_{ij} \text{ відсутня.} \end{cases} \quad (12)$$

Таким чином, комплексна оцінка якості складних еколого-соціально-економічних систем з аналізу «стан (система–НС) – зміни – процес – кінцевий стан системи» для встановлення відповідності вимогам екологічної безпеки реалізується поетапним визначенням станів і змін в системах об'єкта шляхом послідовного використання методів системного аналізу, графоаналітичного моделювання, процедур когнітивного аналізу (рис. 6).

Четвертий розділ присвячений результатам практичної реалізації системи інформаційно-методичного забезпечення комплексної оцінки екологічної безпеки в межах локального, регіонального і глобального моніторингу (див. рис. 6).

Об'єктом щодо практичної реалізації комплексного оцінювання рівня екологічної безпеки була обрана територія Харківської області, яка характеризується наявністю великої кількості стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря у вигляді промислових підприємств, серед яких виділені Зміївська ТЕС ім. Кржижановського Г. М. ПАТ ДЕК «Центренерго» (Зміївський район Харківської області), філія ГПУ «Шебелинкагазвидобування» ПАТ «Укргазвидобування» (Балакліївський

район Харківської області), філія «Теплоелектроцентрально» ТОВ «ДВ нафтогазовидобувна компанія» (Чугуївський район Харківської області).

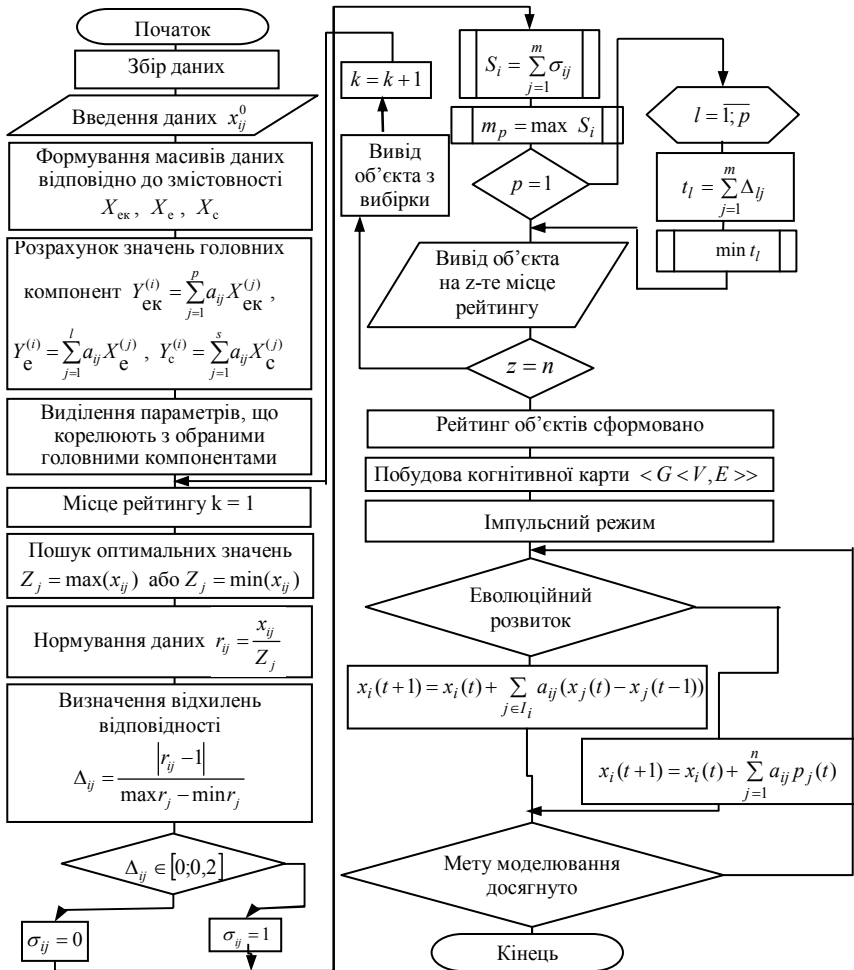


Рисунок 6 – Схема алгоритму оцінки відповідності прийнятному рівню екобезпеки

Відповідно до визначеної послідовності оцінювання рівня екологічної безпеки промислового підприємства визначаються характеристики взаємодії «система – НС» на основі аналізу даних ГІС з побудовою графоаналітичної GL-моделі у вигляді топологічного графу (рис. 7).

Для визначення точок регулювання невідповідностей системного об'єкта дослідження прийнятному рівню екологічної безпеки систем за

аналізованими параметрами розроблено програмне забезпечення (мова програмування C# в середовищі Microsoft Visual Studio 2010).

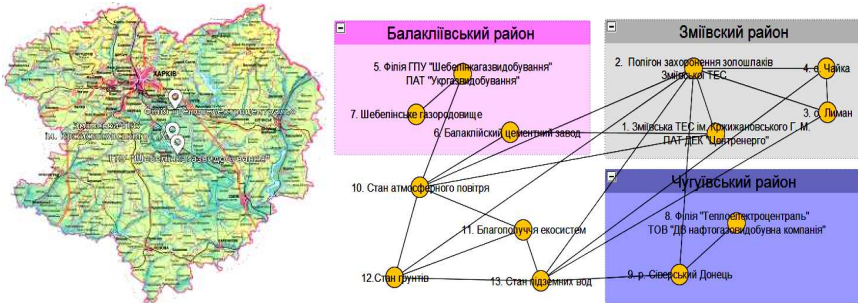


Рисунок 7 – Оцінка даних «об’єкт – навколишнє середовище» за ГІС і GL-моделлю

Відповідно до встановлених факторів дестабілізації стану систем НПС при роботі підприємств (рис. 8) формується вихідна інформація для аналізу рівня екобезпеки взаємодії «система – НС» за умови, що у якості навколишнього середовища розглянуто стан природно-техногенних утворень – 27 адміністративних районів Харківської області.

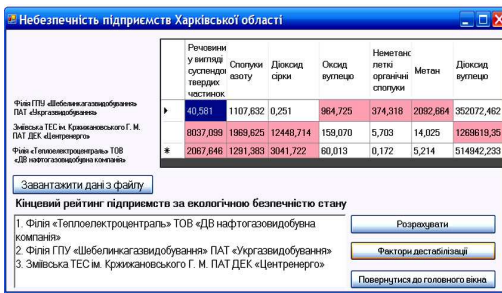


Рисунок 8 – Фрагмент програмного розрахунку екологічного рейтингу підприємств комплексному екологічному дослідженні інформацією щодо стану соціальних об’єктів. За цією інформацією виділено вагомні фактори, що становлять 100 %-ву екологічну інформативність (див. рис. 3) для розрахунків рівня екобезпеки об’єктів (рис. 9).

Показники оцінки рівня екологічної безпеки районів надаються за результатами аналізу стану взаємодії «підприємство-забудровувач – НС». Визначення екологічної ситуації в районах при відбувається за додатковою інформацією щодо стану соціальних об’єктів.

Eigenvalues of correlation matrix, and related statistics of active variables only				Factor coordinates of the variables, based on correlations (Spreadsheet)							
Value number	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	%	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	
1	5.203181	40.02322	5.20302	40.0232	Діоксид сірки, тис. т	-0.778024	0.637436	0.325366	-0.044272	0.063128	0.256291
2	3.197619	24.59707	8.40064	64.6203	Діоксид азоту, тис. т	-0.564602	0.156721	-0.000395	-0.048797	-0.094268	
3	1.868664	12.97357	10.06720	77.5939	Оксид вуглецю, тис. т	-0.816733	0.501039	0.068929	-0.002804	-0.115680	-0.212618
4	1.049301	8.07154	11.13650	85.6654	Всього вмісту, тис. т	-0.715666	0.614061	0.250203	-0.054023	0.013353	0.189160
5	0.874346	6.72673	12.01085	92.3911	Витрати від пересічних джерел забруднення, т	-0.893908	-0.482415	-0.214775	-0.034697	-0.015760	0.074531
6	0.434293	3.34072	12.44514	95.7319	Рівень атмосферного повітря з пересічними ГДК, %	0.013899	0.173495	0.003907	0.834214	0.521439	0.019339
7	0.262283	2.01741	12.70740	97.7483	Видобуток води, тис. м³ добу	-0.411422	-0.747513	0.112993	-0.163673	0.266046	0.304731
8	0.154522	1.18863	12.86193	99.9379	Площа озерами до всієї площі району, %	0.017840	0.373569	-0.263067	-0.530803	0.687878	-0.195812
9	0.079831	0.61408	12.94176	99.5520	Кількість сміттєзвалищ	0.005331	0.250981	-0.898765	0.012925	-0.011878	0.159467
10	0.037708	0.29006	12.97946	99.8420	Площа під твердими побутовими відходами	-0.346948	0.460329	-0.712908	0.088702	-0.169406	0.095421
11	0.017323	0.13325	12.99679	99.9753	Кількість змороженених:	-0.840236	-0.508633	-0.063616	0.003020	0.063660	-0.009548
12	0.002254	0.01734	12.99904	99.9926	Кількість померлих:	-0.866869	-0.461927	-0.041736	-0.007306	0.066261	-0.000714
13	0.000969	0.00737	13.00000	100.0000	Кількість померлих дітей у віці до 1 року	-0.799445	-0.382527	-0.135240	0.174942	-0.046990	-0.326073

Рисунок 9 – Фрагменти виділення головних компонент при дослідженні безпеки

встановленням факторів дестабілізації та механізмів регулювання якості природно-техногенних об'єктів.

3. Отримали подальшого розвитку науково-практичні підходи до розв'язання задач оцінки ступеня екологічної безпеки природно-техногенних об'єктів на основі логіко-математичного аналізу стану складних об'єктів за методом компараторної ідентифікації при застосуванні функції відповідності стану соціально-екологічних і еколого-економічних систем прийнятному рівню екологічної безпеки.

4. Розроблено інформаційно-алгоритмічне забезпечення комплексного аналізу та оцінки екологічної безпеки природно-техногенних утворень, наданих у вигляді GL-моделей, які побудовані за графологічним методом, що отримав подальшого розвитку для розв'язання прикладних задач якості природно-техногенних систем відповідно до вимог сталого розвитку.

5. Розроблено інформаційно-програмний комплекс розв'язання задач оцінки поточного стану об'єкта «система – НС», визначення відповідності аналізованих параметрів прийнятному рівню екологічної безпеки, що становило подальший розвиток інформаційно-програмного забезпечення системи оцінювання стану екологічної безпеки еколого-соціально-економічних об'єктів, природно-техногенних систем різного рівня організації.

6. Визначені перспективи практичного застосування запропонованого методичного забезпечення для проведення багатofакторного аналізу і комплексного оцінювання рівня екологічної безпеки для різних систем «об'єкт – НС»: підприємств (Зміївська ТЕС ім. Кржижановського Г. М. ПАТ ДЕК «Центрэнерго», філія ГПУ «Шебелинкагазвидобування» ПАТ «Укргазвидобування», філія «Теплоелектроцентрально» ТОВ «ДВ нафтогазовидобувна компанія»), районів Харківської області, регіонів України, та вирішення екологічних питань у межах концепції сталого розвитку за вимогами ООН щодо якості стану країни і забезпечення її еколого-соціально-економічного благополуччя.

Прикладні можливості застосування інформаційно-програмної розробки щодо реалізації комплексного методичного забезпечення оцінки рівня екологічної безпеки складних об'єктів реалізовані при виконанні господарсько-договірних тематик на суму 100 тис. грн, що підтверджено актами впровадження результатів дисертаційної роботи.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Білова М. О. Аналіз моделей сталого екологічного розвитку і застосування методу компараторної ідентифікації з оцінки якості навколишнього середовища / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції за участю молодих

науковців. – Харків : ХНАДУ, 2012. – С. 56–58.

Здобувачем обґрунтована необхідність удосконалення методичного забезпечення з комплексної оцінки рівня екологічної безпеки системних природно-техногенних утворень відповідно до запроваджених в систему екологічної безпеки положень концепції сталого розвитку.

2. Білова М. О. Оцінка якості навколишнього середовища за методом компараторної ідентифікації / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Безпека людини у сучасних умовах : IV Міжнародна науково-методична конференція. – Харків : НТУ «ХП», 2012. – Ч. 1. – С. 170–171.

Здобувачем обґрунтована доцільність запровадження структурно-параметричної компараторної ідентифікації в систему оцінки екологічної безпеки складних об'єктів з метою відображення взаємозв'язку між системами в них.

3. Білова М. О. Використання методу компараторної ідентифікації для оцінки якості навколишнього середовища / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції за участю молодих науковців. – Харків : ХНАДУ, 2013 – С. 103–108.

Здобувачем надані удосконалення методичного забезпечення оцінки рівня екологічної безпеки «об'єкт – НС» відповідно до застосованих положень сталого розвитку, отримано екологічний рейтинг за результатами оцінки соціально-екологічного стану міст.

4. Білова М. О. Метод компараторної ідентифікації в системі методичного забезпечення оцінки якості навколишнього середовища / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Радиоелектроника и информатика. – 2013. – № 3. – С. 59–65.

Здобувачем визначено математичне і алгоритмічне забезпечення для реалізації методів з комплексної оцінки екологічної якості системних об'єктів на різних рівнях дослідження: формування рейтингу відповідності рівню екологічної безпеки на регіональному (міста країн світу) і глобальному (країни) рівнях дослідження природно-техногенних систем.

5. Білова М. О. Оцінка якості системних об'єктів навколишнього середовища на основі метода компараторної ідентифікації / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Проблеми інформаційних технологій. – 2013. – № 01 (013). – С. 78–84.

Здобувачем надано алгоритмічне забезпечення реалізації методу компараторної ідентифікації, удосконаленого для надання оцінки динаміки

стану екологічної безпеки системних об'єктів, визначення екологічного рейтингу систем за концепцією сталого розвитку.

6. Белова М. А. Обоснование методики компараторной идентификации для системы экологического мониторинга на региональном уровне исследования / Т. В. Козуля, М. А. Белова // Проблемы информационных технологий. – 2013. – № 02 (014). – С. 45–49.

Здобувачем апробовано методичне забезпечення компараторної ідентифікації оцінки рівня екологічної безпеки об'єктів регіонального моніторингу на прикладі областей України; визначена його дієздатність на рівні аналізу глобальних (країни) і локальних (підприємства) об'єктів екологічних досліджень.

7. Белова М. А. Система экологического мониторинга с элементами компараторной идентификации для различных уровней исследования / Т. В. Козуля, М. А. Белова // Materiály X mezinárodní vědecko-praktická konference “Moderní vymoženosti vědy – 2014». – Praha: Publishing House “Education and Silence” s.r.o., 2014. – С. 80–85.

Здобувачем сформовано інформаційно-методичне забезпечення для визначення екологічних рейтингів країн світу, областей України, небезпечних промислових об'єктів Харківської області, проаналізовано ефективність запропонованої методичної системи на рівні глобального, регіонального і локального екологічного моніторингу.

8. Білова М. О. Методичне забезпечення комплексної оцінки екологічності системних об'єктів методом компараторної ідентифікації / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Системный анализ и информационные технологии: материалы 16-й Международной научно-технической конференции SAIT 2014. – К. : УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ», 2014. – С. 107–108.

Здобувачем обґрунтовано впровадження основ компараторної ідентифікації з метою надання комплексної узагальненої оцінки системних об'єктів для встановлення екологічного рейтингу, факторів порушень відповідності рівню екологічної безпеки «система – НПС».

9. Білова М. О. Розробка методології компараторної ідентифікації екологічного стану системних об'єктів / Т. В. Козуля., М. О. Білова // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : Тези доповідей XXII міжнародної науково-практичної конференції. – Харків : НТУ «ХПІ», 2014. – Ч. IV. – С. 353.

Здобувачем надано алгоритмічне забезпечення оцінки екологічного стану системних об'єктів на основі методу компараторної ідентифікації.

10. Білова М. О. Оцінка екологічного стану регіонів України за методом компараторної ідентифікації / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2014. – № 16 (1059). – С. 67–75.

Здобувачем визначено методичне забезпечення оцінки екологічності складних систем на основі компараторної ідентифікації факторів небезпеки у вигляді відношення показників стану чи динаміки до встановлених норм; отримано і проаналізовано екологічний рейтинг областей України.

11. Білова М. О. Оцінка екологічності системних об'єктів за методом компараторної ідентифікації / М. О. Білова // VIII Університетська науково-практична студентська конференція магістрантів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» : матеріали конференції. – Харків : НТУ «ХПІ», 2014. – С. 9–10.

12. Білова М. О. Розробка комплексної методики ідентифікації екологічної відповідності за станом системних об'єктів / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Вісник національного технічного університету «ХПІ» – 2014. – № 49 (1091). – С. 70–78.

Здобувачем запропоновані удосконалення щодо методичного забезпечення обробки екологічної інформації для проведення комплексного оцінювання рівня екологічності системних об'єктів різного рівня дослідження: впровадження методу головних компонент; аналіз та оцінка результатів практичної реалізації удосконалень при дослідженні екологічного стану регіонів України.

13. Білова М. О. Розробка оцінки екологічності техногенних об'єктів на основі методу компараторної ідентифікації / Т. В. Козуля, М. О. Білова, М. М. Козуля // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – № 5/10 (77). – С. 27–33.

Здобувачем розроблено комплексне методичне забезпечення оцінки екологічної якості природно-техногенних об'єктів із запровадженням синергетичної складової системного аналізу для визначення екологічного стану районів Харківської області і розташованих в них небезпечних промислових підприємств з застосуванням у якості ідентифікатора екологічного компаратора.

14. Білова М. О. Формування технології навчання на синергетичній основі для фахівців комплексної підготовки / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 42 (46) – С. 116–125.

Здобувачем проаналізовано переваги комплексного дослідження складних систем для виявлення синергетичних ефектів з підтримки екологічної безпеки їх стану.

15. Білова М. О. Застосування методу компараторної ідентифікації для комплексної оцінки рівня безпеки об'єктів еколого-соціально-економічних систем / Т. В. Козуля, М. О. Білова, М. М. Козуля // Інноваційна модель сталого розвитку України: колективна монографія / За ред. О. І. Маслак. – Кременчук : Видавництво ПП Щербатих О. В., 2015. – С. 62–83.

Здобувачем визначено зміст і обґрунтовано доцільність оцінки екологічної безпеки систем за концепцією сталого розвитку при використанні елементів методу компараторної ідентифікації, сформовано математичне і алгоритмічне забезпечення із встановлення рівня екологічності еколого-соціально-економічних систем; надано практичні результати його застосування на глобальному рівні дослідження (екологічний рейтинг країн світу).

16. Білова М. О. Підвищення ефективності комплексної методики оцінки екологічності системних об'єктів різного рівня дослідження / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Системный анализ и информационные технологии: Материалы 17-й Международной научно-технической конференции SAIT 2015. – К. : УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ», 2015. – С. 74–75.

Здобувачем запропоновані удосконалення щодо методичного забезпечення обробки екологічної інформації для проведення комплексного оцінювання рівня екологічності системних об'єктів різного рівня дослідження: впровадження методу головних компонент.

17. Білова М. О. Система методик оцінки екологічності складних об'єктів на базі метода компараторної ідентифікації / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : Тези доповідей XXIII Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – Ч. IV. – С. 326.

Здобувачем надано алгоритмічне забезпечення оцінки екобезпеки об'єктів НС на основі застосування удосконалених методів компараторної ідентифікації і головних компонент в комплексному аналізі природно-територіальних систем.

18. Білова М. О. Інформаційно-методичне забезпечення оцінки стану регіонів України з позицій безпеки здоров'ю населення / М. О. Білова // Proceedings of 2015 Information technologies in innovation business conference (ITIB). – Харків : ХНУРЕ, 2015. – С. 6–7.

19. Білова М. О. Впровадження компараторної ідентифікації для комплексної оцінки рівня безпеки об'єктів / Т. В. Козуля, Н. В. Шаронова, М. О. Білова, М. М. Козуля // Системні дослідження та інформаційні технології – 2015. – № 4. – С. 63–74.

Здобувачем сформовані основні математичні засади і алгоритмічне забезпечення для компараторної ідентифікації рівня екологічної безпеки складних системних об'єктів.

20. Білова М. О. Інформаційні особливості визначення оцінки відповідності стану екологічності системних об'єктів / Т. В. Козуля, Н. В. Шаронова, М. О. Білова, М. М. Козуля // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2016. – № 2. – С. 45–57.

Здобувачем визначені підходи з запровадження розробленого методичного забезпечення для комплексної оцінки якості системних об'єктів за екологічним, економічним, соціальним розрізами дослідження; сформовано відповідні рейтинги регіонів України.

21. Білова М. О. Науково-теоретичні положення з формування системи оцінки рівня екологічної безпеки для системних утворень / М. О. Білова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 49–56.

22. Білова М. О. Підвищення ефективності системи оцінки екологічності складних об'єктів / М. О. Білова // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – Ч. IV. – С. 336.

23. Білова М. О. Інформаційно-методична основа визначення системи оцінки екологічності складних об'єктів / Т. В. Козуля, М. О. Білова // Системный анализ и информационные технологии: материалы 18-й Международной научно-технической конференции SAIT 2016. – К. : УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ», 2016. – С. 96–97.

Здобувачем обґрунтовані підходи з подальшого розвитку методичного забезпечення з оцінки екологічної безпеки складних об'єктів на основі когнітивного аналізу; наведено приклад когнітивної моделі регіонального об'єкта дослідження.

24. Белова М. А. Комплексный подход к оценке безопасности состояния системных объектов различного уровня организации / М. А. Белова // Материалы III Всероссийской конференции и школы для молодых ученых «Системы обеспечения техносферной безопасности». – Таганрог : ЮФУ, 2016. – С. 34–36.

АНОТАЦІЯ

Білова М. О. Системний аналіз еколого-соціально-економічних об'єктів для визначення комплексної оцінки рівня екологічної безпеки. – На правах рукопису.

Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Сумський державний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2017.

У дисертаційній роботі визначені основні шляхи удосконалення комплексної системи оцінювання рівня безпеки стану складних об'єктів з виявленням факторів їх дестабілізації, механізмів регулювання їх екологічного сталого розвитку. Проаналізовано системи інформаційно-методичного забезпечення ідентифікації рівня екологічної безпеки з позицій сталого розвитку системних утворень, основні підходи подальшого розвитку комплексної аналітичної системи з оцінювання відповідності стану еколого-соціально-економічних об'єктів рівню екологічної безпеки в умовах реалізації концепції сталого розвитку.

Надано методичне забезпечення сучасних досліджень у системі екологічної безпеки у контексті концепції сталого розвитку при врахуванні складної ієрархічної структури об'єкта дослідження та виявленні факторів дестабілізації його стану на основі комплексного застосування методів графологічного моделювання, системного аналізу, компараторної ідентифікації і когнітивного аналізу.

Запропоновано комплексне інформаційно-методичне забезпечення оцінки рівня екологічної безпеки системних угруповань при розв'язанні задач екологічної якості за результатами локального, регіонального і глобального моніторингу. Практичні завдання з комплексної оцінки рівня екологічної безпеки природно-техногенних об'єктів вирішуються завдяки інформаційно-програмному забезпеченню досліджень еколого-соціально-економічних систем.

Ключові слова: екологічна безпека, природно-техногенний об'єкт, оцінка рівня екологічної безпеки, екологічний моніторинг, компараторна ідентифікація ековідповідності, когнітивне моделювання, інформаційно-програмне забезпечення оцінки якості систем.

АННОТАЦИЯ

Белова М. А. Системный анализ эколого-социально-экономических объектов для определения комплексной оценки уровня экологической безопасности. – На правах рукописи.

Диссертационная работа на получение научной степени кандидата

технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность.
– Сумской государственной университет Министерства образования и науки Украины, Сумы, 2017.

В диссертационной работе определены основные пути усовершенствования системы комплексной оценки уровня экологической безопасности состояния природно-техногенных объектов с определением факторов дестабилизации, способов регулирования их экологического качества. Проанализированы основные положения системы экологической безопасности с позиций устойчивого развития системных образований, основные подходы к разработке информационно-методического обеспечения систем поддержки принятия решений по вопросам экологической безопасности.

Задача оценки уровня экологической безопасности систем окружающей среды рассмотрена в контексте соответствия совокупности экологических характеристик принятым требованиям поддержки функциональности природных систем. Оценка уровня экологической безопасности состояния сложных объектов определяется как комплексный критерий качества по экологическим, эколого-социальным и эколого-экономическим аспектам исследования устойчивого развития, комплексная характеристика состояния систем и процессов, составляющих функциональность объекта исследования.

В основу методов комплексного исследования сложных объектов положены принципы общей теории систем, логико-математических моделей, компараторной идентификации, когнитивного анализа. Разработка модели системного объекта исследования и автоматизация практического применения предложенного методического обеспечения для оценки уровня состояния экологической безопасности поддерживается информационно-программной составляющей исследования, разработанной в среде Microsoft Visual Studio 2010 на языке C#.

Продемонстрирована перспективность реализации комплексного подхода для решения практических задач по оценке уровня экологической безопасности природно-техногенных объектов исследования. Обоснованы теоретико-практические положения дальнейшего развития методов графологического моделирования сложных систем вида «система – окружающая среда (ОС)», метода компараторной идентификации в применении к концепции устойчивого развития.

Сформировано методическое обеспечение комплексного исследования уровня экологической безопасности в контексте концепции

устойчивого развития природно-техногенных объектов с определением факторов дестабилизации и механизмов регулирования качества «система – ОС» по данным локального, регионального и глобального экомониторинга.

В работе обоснованы теоретико-практические положения для оценки уровня экологической безопасности «исходное состояние – (система – ОС) – изменения – процесс – конечное состояние системы» на основе дальнейшего развития метода компараторной идентификации, методов графологического моделирования «система – ОС» – топологические графы и когнитивного анализа.

Сформирован информационно-программный комплекс решения задач оценки уровня экологической безопасности системных объектов, определению несоответствия рассматриваемых параметров требованиям допустимого уровня экологического качества. Предложено дальнейшее развитие информационно-программного обеспечения системы по оценке состояния сложных объектов различного уровня организации для определения механизмов регулирования экологической безопасности.

Представлены результаты практического применения методического обеспечения для проведения многофакторного анализа и комплексной оценки уровня экологической безопасности различных систем «объект – окружающая среда»: предприятий, районов Харьковской области, регионов Украины в рамках концепции устойчивого развития по требованиям ООН относительно качества состояния страны и обеспечения ее эколого-социально-экономического благополучия.

Ключевые слова: экологическая безопасность, природно-техногенный объект, оценка уровня экологической безопасности, экологический мониторинг, компараторна идентификация экосоответствия, когнитивное моделирование, информационно-программное обеспечение оценки качества систем.

SUMMARY

Bilova M. System analysis of ecological and socio-economic objects to determine a comprehensive of ecological safety level assessment. – Manuscript.

Thesis for a Candidate Degree in Technical Sciences, Specialty 21.06.01 – ecological safety. – Sumy State University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2017.

In the thesis, the basic ways to improve the integrated system complex objects' safety state evaluation with the destabilization factors identification,

mechanisms of their environmental sustainable development regulation are determined. The information and methodological support of ecological safety identification from the sustainable development system entities standpoint, the main approaches to further development of complex analytical system support of ecological and socio-economic objects state of conformity in terms of implementing the sustainable development concept are analyzed.

Methodological support of current researches in ecological safety system in the sustainable development context at the account of a complex hierarchical research object structure of and identifying destabilization factors of its condition through an integrated application of graphological modeling, systems analysis, comparator identification and cognitive analysis is given.

A comprehensive information and methodological support for environmental safety assessment of complex system groups in solving problems of ecological quality for local, regional and global monitoring is proposed.

The information software for complex research of the ecological and socio-economic objects state is proposed in order to solve practical problems of the natural and man-made objects safety level assessment.

Keywords: ecological safety, natural and man-made object, assess the level of ecological safety, ecological monitoring, comparator identification of eco-compliance, cognitive modeling, software for assessing the level of ecological quality