

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Київський національний університет будівництва і архітектури

АБРАМОВА АЛЛА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 303.732.4: 504.064

ІНДЕКСНА ОЦІНКА РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОЕКТОВАНИХ
ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

21.06.01 – Екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2012

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі кібернетики хіміко-технологічних процесів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Бойко Тетяна Владиславівна,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ,
доцент кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Трофимчук Олександр Миколайович,
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, м. Київ,
заступник директора з наукової роботи

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Іванюта Сергій Петрович,
Національний інститут стратегічних досліджень, м. Київ,
старший консультант

Захист відбудеться 06 лютого 2013 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.05 Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський просп. 31, ауд. 466.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський просп. 31, ауд. 466.

Автореферат розісланий « » грудня 2012 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



М. В. Суханевич

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з найбільш гострих міжнародних проблем є проблема поліпшення стану навколишнього середовища (НС). Науково-технічний прогрес призвів не тільки до появи нових ефективних технологій, але й до збільшення техногенного тиску на природу. Промислові об'єкти є одними із самих потужних антропогенних факторів впливу на НС. Для підтримання нормативно-безпечного стану складових НС і виключення негативного впливу промислових підприємств вже на етапі проектування необхідне проведення послідовного оцінювання екологічної безпеки. Сучасна парадигма сталого розвитку суспільства вимагає під час проведення процедури оцінювання впливів на навколишнє середовище (ОВНС) прийняття екологічно безпечних рішень, які можуть бути обґрунтованими визначенням ризиків змін стану складових НС від впровадження промислового об'єкту в індустріальну екологічну систему.

Вирішенню проблем оцінювання екологічної безпеки присвячені праці багатьох вчених, зокрема українських: І. Б. Абрамова, В. І. Бендюга, М. М. Биченка, Т. В. Бойко, О. І. Бондара, О. М. Волошкіної, Я. М. Загряя, С. П. Іванюти, А. Б. Качинського, Б. І. Мокіна, В. Г. Петрука, Г. І. Рудько, Г. О. Статюхи, В. В. Трофімовича, О. М. Трофимчука, В. М. Удод, Є. О. Яковлева, А. В. Яцика, В. М. Шмандія. В їх роботах розкрито переважно питання оцінювання показників екологічної безпеки та ризиків на різних етапах функціонування промислових об'єктів, але практично не приділено уваги оцінюванню екологічної безпеки на етапі проектування із врахуванням невизначеностей та ризиків. Питання наукового обґрунтування екологічної безпеки для практичного застосування присутні у нормативно-правових документах, зокрема у ДБН А2.2.1–2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд».

Наявність значної невизначеності у разі оцінювання екологічної безпеки безпосередньо на етапі проектування промислових об'єктів для обґрунтування впровадження їх в індустріальну екологічну систему вимагають розроблення (або вдосконалення) нових способів комплексного оцінювання екологічної безпеки. У зв'язку із цим, розроблення методології індексної оцінки рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів із визначенням ризиків змін стану складових НС, що може застосовуватись для проведення процедури ОВНС та на етапі прийняття рішення про екологічну безпечність такого об'єкту, є актуальним напрямком дослідження.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась в рамках науково-дослідної роботи за темою «Розробка додатку з оцінювання ризику планової діяльності на навколишнє природне середовище» згідно із замовленням Державного підприємства «Український державний головний науково-дослідний і виробничий інститут інженерно-технічних і екологічних вишукувань» УкрНДПНТВ (№ держреєстрації 0108U007522), 2008 р., державного замовлення на науково-технічні праці № 2362 «Впровадження принципів сталого розвитку в регіональне екологічне оцінювання, хімію, технології та виробництва» (№ держреєстрації 0110U000386), 2010 р., у рамках договору №

1/1-06 про науково-технічне співробітництво з Державним підприємством «Український державний головний науково-дослідний і виробничий інститут інженерно-технічних і екологічних вишукувань» УкрНДІНТВ за темою «Математичне та комп'ютерне моделювання оцінки рівня промислового ризику», 2011 р.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розроблення методології індексного оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів із визначенням ризиків змін стану складових НС.

Відповідно до мети дисертаційної роботи поставлені такі задачі:

- провести аналізування сучасних підходів до проблеми оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів задля встановлення основних факторів та показників їх впливів на НС;
- обґрунтувати необхідність використання індексних оцінок впливів на НС у порівнянні з існуючими кількісними показниками;
- розробити спосіб побудови індексних оцінок різних видів впливів на НС з боку проєктованих промислових об'єктів;
- запропонувати метод прийняття рішень щодо рівня впливів на складові НС проєктованих промислових об'єктів в умовах недостатньої вихідної інформації;
- розробити алгоритм оцінювання ризиків промислових об'єктів для встановлення рівня загрози НС на етапі проєктування;
- розробити програмний комплекс оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів.

Об'єктом дослідження є впливи проєктованих промислових об'єктів на індустріальну екологічну систему у разі їх впровадження.

Предметом дослідження є оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів.

Методи дослідження. У роботі використано аналітичне порівняння існуючих підходів та методів для оцінювання рівня екологічної безпеки, методи системного аналізу під час аналізування специфіки взаємодії проєктованого промислового об'єкту та індустріальної екологічної системи, методи нечіткого моделювання для формування алгоритмів нечіткої логіки з метою оцінювання рівня впливів на НС з боку проєктованого промислового об'єкту, методи математичного моделювання для розроблення математичних залежностей визначення ризиків змін стану НС, методи об'єктно-орієнтованого програмування: середовище програмування Delphi (у розробленні програмного комплексу), комп'ютерні програмні засоби обчислення (математичний пакет програм Matlab, Mathcad).

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше одержано спосіб формування індексних оцінок впливів на окремі складові НС та в цілому на етапі проєктування промислових об'єктів, що дає змогу: побудувати універсальні безрозмірні індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів (хімічного та фізичного) з боку проєктованого промислового об'єкту на НС; узагальнити отримані індексні оцінки, використавши розроблений індекс екологічної небезпечності промислового об'єкту; оцінити рівень впливів проєктованого промислового об'єкту на НС із використанням розроблених інтервальних шкал;

- дістала подальший розвиток можливість використання методів нечіткої логіки для прийняття рішень щодо оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів проектного промислового об'єкту на складові НС шляхом адаптування алгоритмів нечіткого виводу Мамдані та Сугено відповідно до специфічних умов оцінювання рівня екологічної безпеки промислового об'єкту на етапі його проектування;
- удосконалено метод оцінювання ризику «індекс – ризик» у напрямку встановлення функціональної залежності між розробленою системою індексів та нормованими рівнями ризику у ймовірнісному вигляді, використовуючи методи нелінійної регресії; вперше запропоновано математичну залежність оцінювання ризику змін стану окремих складових НС та в цілому від впровадження проектного промислового об'єкту, що дає змогу оцінювати ймовірність виникнення негативних наслідків від того чи іншого виду впливу промислового об'єкту на етапі його проектування;
- розроблено програмний комплекс оцінювання рівня екологічної небезпечності проектного промислового об'єкту на основі побудованих індексних оцінок, що може застосовуватись при виконанні процедури ОВНС.

Практичне значення отриманих результатів:

- розроблено методологію індексної оцінки рівня екологічної безпеки проектного промислового об'єкту при ОВНС, що дає змогу кількісно оцінювати рівень екологічної небезпечності впливів на НС з боку промислового об'єкту, а й визначати прогнозований екологічний ризик, необхідність оцінювання яких закладено у розділі проекту ОВНС «Комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та його безпеки» (ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд»), а також проводити порівняння рівня екологічної безпеки промислових об'єктів з різною природою небезпек, приймати рішення щодо допустимості впровадження таких об'єктів в індустріальну екологічну систему;
- впроваджено результати дисертаційної роботи у вигляді методики визначення ризику впливу проєктованих промислових об'єктів на НС та програмного комплексу оцінювання екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів RISK_OVNS у дослідно-промислову експлуатацію для застосування під час розроблення проєктів ОВНС, що виконує Державне підприємство «Український державний головний науково-дослідний і виробничий інститут інженерно-технічних і екологічних вишукувань» УкрНДІНТВ»;
- розроблено програмний комплекс оцінювання рівня екологічної безпеки RISK_OVNS, що дає змогу розраховувати необхідні показники екологічної безпеки проектного промислового об'єкту, здійснювати спостереження за змінами рівня екологічної безпеки. Програмний комплекс RISK_OVNS впроваджено у навчальний процес на кафедрі кібернетики хіміко-технологічних процесів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні аналітичних досліджень, аналізуванні та обробленні одержаних результатів, розробленні оцінок, впровадженні результатів досліджень і відображенні у наукових працях:

- визначено основні проблеми, що виникають при ОВНС в напрямку оцінювання екологічної безпеки [14];
- проаналізовано сучасний стан проблеми оцінювання екологічної безпеки на етапі проектування, запропоновано процедуру оцінювання екологічної безпеки на основі розрахунку індексу небезпечності об'єктів та екологічного ризику [3, 8];
- проаналізовано два підходи до кількісного оцінювання забруднення атмосферного повітря, запропоновано використовувати методику, що враховує всі чинники впливів на атмосферу [7];
- проведено аналізування існуючих методик у напрямку оцінювання забруднення атмосфери, запропоновано розраховувати приведені значення рівня забруднення атмосферного повітря із використанням функції бажаності [13];
- проведено аналізування існуючих алгоритмів оцінювання забруднення ґрунтів, запропоновано алгоритм кількісного оцінювання забруднення ґрунтів на основі сумарного показника забруднення ґрунтів [5];
- досліджені питання впливу енергетичних забруднень на НС при ОВНС, сформовано систему індексів оцінювання рівня впливу енергетичних забруднень на НС, розроблено методику визначення ризику впливу енергетичних забруднень при ОВНС [4];
- проведено аналізування можливості застосування методів нечіткої логіки для вирішення задач прийняття рішень щодо оцінювання рівня впливів на складові НС із використанням алгоритмів Мамдані та Сугено [6];
- запропоновано процедуру приведення кількісних показників забруднення складових НС до індексних оцінок, сформовано алгоритм визначення екологічного ризику проектного техногенного об'єкту із врахуванням взаємозв'язків у екологічній системі [10, 11];
- запропоновано використання системного підходу до оцінювання ризиків під час проектування промислових об'єктів, розроблено математичну модель оцінювання ризиків проектного промислового об'єкту [1];
- запропоновано методику оцінювання екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів, що складається із системи індексів оцінювання впливів на НС та моделі оцінювання екологічного ризику [2];
- розроблено програму з метою реалізації задачі оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів із врахуванням ризиків, описано її структуру [9, 12].

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідались і обговорювались на: X та XI Міжнародних науково-практичних конференціях студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія. Людина. Суспільство» (м. Київ, 2007, 2008); XXI, XXII та XXIV Міжнародних наукових конференціях «Математические методы в технике и технологиях» (м. Саратов, 2008, м. Псков, 2009, м. Київ, 2011); XVIII, XIV, XX та XXI науково-практичних конференціях «Оцінка впливу об'єктів господарської діяльності на навколишнє середовище (ОВНС). Безпека навколишнього природного, соціального та промислового

середовища», (м. Ялта, 2007-2009, м. Київ, 2010); I та II науково-практичних конференціях з міжнародною участю «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях», (м. Черкаси, 2008, м. Ворзель, 2010); XXI Міжнародній конференції «Scientific Information for Society – from Today to the future», (м. Київ, 2008); IV Українській науково-технічній конференції з технології неорганічних речовин, (м. Дніпродзержинськ, 2008); I міжнародному конгресі «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», (м. Львів, 2009); II Всеукраїнському з'їзді екологів з міжнародною участю, (м. Вінниця, 2009).

Публікації. За темою дисертаційного дослідження опубліковано 14 друкованих робіт, в тому числі 8 статей у наукових фахових виданнях, 1 авторське свідоцтво на програму, 1 стаття у науковому збірнику, 4 тези доповідей міжнародних та науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 124 сторінках друкованого тексту основної частини, яка складається із вступу, п'яти розділів, висновків. Повний обсяг дисертації становить 200 сторінок і включає 28 рисунків на 7 сторінках, 46 таблиць на 15 сторінках, список використаних джерел із 167 найменувань на 18 сторінках та 9 додатків на 36 сторінках.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі розкрито актуальність теми, сформульовано мету та задачі дисертаційної роботи, методи дослідження, наукову новизну та практичну значимість роботи. Наведено основні дані про публікації, апробацію результатів та особистий внесок здобувача.

У першому розділі проаналізовано стан розробки теми та наукові передумови досліджень.

Досліджено сучасні підходи до проблеми оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів, встановлено, що розповсюдженими є підходи із врахуванням ризику як кількісної міри небезпеки, які дають змогу:

- порівнювати ризики різної природи;
- описувати кількісно потенційну і реальну шкоду здоров'ю населення та НС;
- визначати пріоритетність наявних загроз;
- формулювати ефективну стратегію і тактику регулювання рівнів екологічної безпеки.

Концепція ОВНС є основною та обов'язковою під час проєктування будь-якого об'єкту. Цю концепцію спрямовано на забезпечення допустимого рівня екологічної безпеки на етапі проєктування.

Поєднання концепції ОВНС та встановлення рівня ризику сприятиме керуванню екологічної безпеки з метою забезпечення прийняттого рівня та дасть змогу приймати обґрунтовані рішення щодо екологічної безпечності промислових об'єктів.

Виявлено неоднозначність трактування поняття «ризик», адже розуміння цього поняття залежить від сфери застосування. Проведено методологічне обґрунтування зв'язку понять «ризик» та «небезпека», що дає змогу розглядати «ризик» як кількісний вимір «небезпеки». Пропонується «ризик» визначати як ймовірність

виникнення негативних наслідків від того чи іншого виду впливів промислового об'єкту на НС та можливий розмір втрат від них.

Проаналізовано методи оцінювання ризиків та досліджено можливість їх використання під час проектування промислових об'єктів з метою врахування можливих загроз та небезпек.

З'ясовано, що якісні методи дають змогу визначати переважно технічні ризики. Такі кількісні методи як статистичний, ймовірнісний, експертний методи викликають труднощі у застосуванні на етапі проектування:

- відсутність необхідної первинної статистичної інформації на етапі проектування або її недостатній обсяг для статистичного оброблювання;
- недостатність відомостей про функції розподілу параметрів випадкових величин, а також неповною статистикою щодо відмов устаткування і виникнення різних негативних подій;
- відсутність гарантій отриманих оцінок, а також труднощі у проведенні опитування експертів й оброблюванні отриманих даних.

Запропоновано використати індексний метод, який засновано на використанні безрозмірних індексних оцінок у якості індикаторів стану НС, що значно спрощує оцінювання рівня екологічної безпеки у разі проектування, зменшує складність обчислень, дає змогу порівнювати рівень екологічної безпеки різних об'єктів.

У другому розділі науково обґрунтовано використання індексних оцінок впливів на НС. Встановлено, що основна мета оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів полягає у накопиченні, систематизуванні та аналізуванні інформації про кількісний характер взаємовідносин між промисловим об'єктом та НС з метою отримання таких результатів:

- оцінки якості складових НС;
- виявлення причин негативних порушень у НС, встановлення джерел та факторів негативного зовнішнього впливу (в цьому випадку – промисловим об'єктом);
- прогнозування допустимості змінювання навантаження в цілому для НС;
- виявлення найбільш небезпечних впливів та порівняння вкладу тих чи інших видів впливів.

Для оцінювання вкладу тих чи інших факторів впливів на НС існують нормативні методи, найбільш простими та поширеними з яких є методи порівняння отриманих кількісних оцінок із затвердженими нормативами (методика ОВНС).

Для практичного оцінювання комплексного впливу факторів є шлях до побудування та об'єднання тим чи іншим способом параметрів функціонування екосистеми у один або кілька індексів, що грають роль інтегрального критерію (формалізованого показника, що узагальнює ширші групи показників та дає змогу кількісно оцінити впливи досліджуваного об'єкту).

З формальних позицій вибраний інтегральний показник якості повинен відповідати основним вимогам:

- адекватність (значення інтегрального показника якості у повній мірі повинно відповідати процесам індустриальної екосистеми);
- масовість (інтегральний показник повинен бути працездатним на широкій множині прикладів);

- результативність (інтегральний показник повинен розраховуватись із використанням неспецифічних вихідних даних та доступних методів оброблення);
- детермінованість (опис інтегрального показника не повинен підлягати неоднозначному трактуванню).

Проведено аналізування та порівняння існуючих методик оцінювання впливів на НС проєктованих промислових об'єктів під час ОВНС, що дає змогу виявити їх недоліки: «різномірність» показників не дає змогу проводити порівняння показників, що отримано різними методами, унеможлиблює проведення згортання екологічної інформації для вирішення задач керування екологічною безпекою під час проєктування промислових об'єктів, не забезпечує системного оцінювання впровадження проєктованого промислового об'єкту в індустріальну екологічну систему. Для подолання цих недоліків розроблено спосіб формування індексних оцінок на основі функції бажаності, що використовується для вирішення подібних задач, на основі якого:

- побудовано безрозмірні індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів проєктованого промислового об'єкту на НС в умовах нормативних обмежень для ОВНС;
- розроблено універсальні оціночні шкали від 0 до 1, що дають змогу провести оцінювання рівня впливів проєктованого промислового об'єкту на складові НС та віднести об'єкт до певної категорії небезпечності;
- запропоновано узагальнений індекс екологічної небезпечності проєктованого промислового об'єкта, що дає змогу встановити рівень екологічної небезпечності впливів проєктованого промислового об'єкту для НС в цілому.

В загальному вигляді уніфікований індекс оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу на НС має вигляд (1):

$$I_i = 1 - d_i = 1 - e^{-(e^{-y_i'})}, \quad (1)$$

де I_i – індекс оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу на НС, безрозмірний; d_i – функція бажаності i -го виду впливу на складову НС, безрозмірний; e – експонента; y_i' – кількісний показник, який враховує особливості промислового об'єкту за i -им видом впливу (хімічний, фізичний) на складові НС, що пов'язаний із кількісним показником Π_i (визначається згідно з нормами України) та значеннями максимального Π_{\max} (граничне значення допустимого впливу на НС) і мінімального Π_{\min} (граничне значення недопустимого впливу на НС) значень показників із всієї сукупності специфічних забруднювальних речовин і визначається за формулою (2):

$$y_i' = \frac{2 \cdot \Pi_i - (\Pi_{\max} + \Pi_{\min})}{(\Pi_{\max} - \Pi_{\min})}, \quad (2)$$

Таким чином, за формулою (2) розраховують специфічні для промислового об'єкта значення y_i' .

На основі запропонованого способу формування індексних оцінок розроблено індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності хімічних та фізичних впливів проєктованих промислових об'єктів на НС (табл. 1, табл. 2).

Таблиця 1

Індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності хімічних впливів проєктованих промислових об'єктів

Складова навколишнього природного середовища (НПС)	Математична залежність для визначення індексу	Умовні позначення
<i>I етап - індивідуальний вплив забруднювальних речовин на складові НПС</i>		
Атмосферне повітря ($i=1$)	$I_{i,k} = 1 - e^{-(e^{2 \cdot ПЗ_k - 1})}$	$ПЗ_k$ – показник забруднення k -ої речовини атмосферне повітря, безрозмірний; $ПЗ_{max}=0$, $ПЗ_{min}=1$
Поверхневі води ($i=2$)	$I_{i,k} = 1 - e^{-(e^{2 \cdot I_k - 1})}$	I_k – індекс забруднення k -го забруднювача вод, безрозмірний; $I_{max}=0$, $I_{min}=1$
Ґрунти ($i=3$)	$I_{i,k} = 1 - e^{-(e^{2 \cdot Кс_k - 1})}$	$Кс_k$ – коефіцієнт забруднення k -ої забруднювальної речовини ґрунтів, безрозмірний; $Кс_{max}=0$, $Кс_{min}=1$
<i>II етап - сумарний вплив забруднювальних речовин на складові НПС</i>		
Атмосферне повітря ($i=1$)	$I_i = 1 - e^{-(e^{0,25 \cdot КП - 1})}$	$КП$ – кратність перевищення нормативного забруднення, безрозмірний; $КП_{max}=0$, $КП_{min}=8$
Поверхневі води ($i=2$)	$I_i = 1 - e^{-(e^{0,33 \cdot I_E - 1,33})}$	I_E – інтегральний екологічний індекс, безрозмірний; $I_{Emax}=1$, $I_{Emin}=7$
Ґрунти ($i=3$)	$I_i = 1 - e^{-(e^{0,016 \cdot Z_c - 1})}$	Z_c – сумарний показник забруднення ґрунтів, безрозмірний; $Z_{cmax}=0$, $Z_{cmin}=128$

На першому етапі проводиться оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу кожної забруднювальної речовини, на другому етапі здійснюється оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу з урахуванням сумісного впливу забруднювальних речовин.

**Індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності фізичних впливів
проектованих промислових об'єктів**

Параметри впливу		Математична залежність для визначення індексу	Умовні позначення
Шум ($i=4$)		$I_i = e^{-e^{(0,025 \cdot L_A - 1)}}$	L_A – рівень шуму, дБА; $L_{Amax}=0$, $L_{Amin}=80$
Інфразвук ($i=5$)		$I_i = 1 - e^{-e^{(0,1 \cdot \Delta L - 1)}}$	ΔL – рівень звукового тиску, дБ; $\Delta L_{max}=0$, $\Delta L_{min}=20$
Ультразвук ($i=6$)		$I_i = 1 - e^{-e^{(0,01 \cdot Lvg - 1)}}$	Lvg – логарифмічний рівень віброшвидкості, м/с ² ; $Lvg_{max}=0$, $Lvg_{min}=110$
Електромагнітні поля	Постійні магнітні поля ($i=7$)	$I_i = 1 - e^{-e^{(0,25 \cdot H_{2050} - 1)}}$	H_{2050} – гранично допустиме значення напруженості магнітного поля, кА/м; $H_{2050max}=0$, $H_{2050min}=8$
	Електричні поля частотою 50 Гц ($i=8$)	$I_i = 1 - e^{-e^{(0,4 \cdot E_{20} - 1)}}$	E_{20} – допустиме значення напруженості електричного поля протягом регламентованого часу роботи, кВ/м; $E_{20max}=0$, $E_{20min}=5$
	Магнітні поля частотою 50 Гц ($i=9$)	$I_i = 1 - e^{-e^{(1,43 \cdot H_{20} - 1)}}$	H_{20} – допустиме значення напруженості магнітного поля протягом регламентованого часу роботи, кВ/м; $H_{20max}=0$, $H_{20min}=1,4$
	Електромагнітні поля частоти 300 МГц – 300 ГГц ($i=10$)	$I_i = 1 - e^{-e^{(2 \cdot W_{20} - 1)}}$	W_{20} – гранично допустима величина щільності потоку енергії, Вт/м ² ; $W_{20max}=0$, $W_{20min}=1$
Вібрації	Віброшвидкість ($i=11,12$)	$I_i = 1 - e^{-e^{(0,018 \cdot Lv - 1)}}$	Lv – логарифмічні рівні віброшвидкості у м/с · 10 ⁻² ; $Lv_{max}=0$, $Lv_{min}=112$
		$I_i = 1 - e^{-e^{(Lv - 1)}}$	Lv – логарифмічні рівні віброшвидкості у дБ; $Lv_{max}=0$, $Lv_{min}=2$
	Віброприскорення ($i=13,14$)	$I_i = 1 - e^{-e^{(0,026 \cdot La - 1)}}$	La – логарифмічні рівні віброприскорення у м/с ² ; $La_{max}=0$, $La_{min}=75$
		$I_i = 1 - e^{-e^{(La - 1)}}$	La – логарифмічні рівні віброприскорення у дБ; $La_{max}=0$, $La_{min}=2$
Радіація ($i=15$)		$I_i = 1 - e^{-e^{(0,0015 \cdot A_{ef} - 1)}}$	A_{ef} – ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів, Бк · кг ⁻¹ ; $A_{efmax}=0$, $A_{efmin}=1350$

Побудовані індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів проєктованих промислових об'єктів на складові НС є підґрунтям для визначення рівня екологічної безпеки та оцінювання категорії небезпечності об'єкту, що здійснюється за шкалами оцінювання хімічного та фізичного впливів з боку проєктованого промислового об'єкту, які розроблено на основі функції бажаності (табл. 3, табл. 4). Шкала кожного індексу відповідає нормативному забезпеченню процедури ОВНС.

Таблиця 3

Шкали оцінювання хімічних впливів проєктованих промислових об'єктів

Інтервал зміни значень індексу	Рівень впливу	Найменування категорії небезпечності об'єкту
<i>Індивідуальний вплив забруднювальних речовин на складові НПС</i>		
$0 < I_{i,k} \leq 0,93$	Допустимий	Безпечний
$0,93 < I_{i,k} \leq 1$	Недопустимий	Небезпечний
<i>Сумарний вплив забруднювальних речовин на складові НПС</i>		
Атмосферне повітря		
$0 < I_1 \leq 0,37$	Допустимий	Безпечний
$0,37 < I_1 \leq 0,45$	Умовно-допустимий	Малонебезпечний
$0,45 < I_1 \leq 0,66$	Недопустимий	Середньої небезпеки
$0,66 < I_1 \leq 0,93$	Недопустимий	Небезпечний
$0,93 < I_1 \leq 1$	Недопустимий	Особливо небезпечний
Поверхневі води		
$0 < I_2 \leq 0,35$	Допустимий	Повністю безпечний
$0,35 < I_2 \leq 0,45$	Допустимий	Безпечний
$0,45 < I_2 \leq 0,66$	Допустимий	Безпечний
$0,60 < I_2 \leq 0,69$	Умовно-допустимий	Помірно небезпечний
$0,69 < I_2 \leq 0,80$	Недопустимий	Середньої небезпеки
$0,80 < I_2 \leq 0,90$	Недопустимий	Небезпечний
$0,90 < I_2 \leq 0,91$	Недопустимий	Особливо небезпечний
$0,91 < I_2 \leq 1$	Недопустимий	Надзвичайно небезпечний
Ґрунти		
$0 < I_3 \leq 0,37$	Допустимий	Безпечний
$0,37 < I_3 \leq 0,45$	Умовно-допустимий	Середньої небезпеки
$0,45 < I_3 \leq 0,93$	Недопустимий	Небезпечний
$0,93 < I_3 \leq 1$	Недопустимий	Надзвичайно небезпечний

Шкали оцінювання фізичних впливів проєктованих промислових об'єктів

Індекс	Рівень впливу	Найменування категорії небезпечності об'єкту
Шумовий вплив		
$0 < I_4 \leq 0,066$	Недопустимий	Небезпечний
$0,066 < I_4 \leq 0,091$	Умовно-допустимий	Помірно небезпечний
$0,091 < I_4 \leq 1$	Допустимий	Безпечний
Інфразвуковий вплив		
$0 < I_5 \leq 0,63$	Допустимий	Безпечний
$0,63 < I_5 \leq 0,93$	Умовно-допустимий	Помірно небезпечний
$0,93 < I_5 \leq 1$	Недопустимий	Небезпечний
Ультразвуковий вплив		
$0 < I_6 \leq 0,668$	Допустимий	Безпечний
$0,668 < I_6 \leq 1$	Недопустимий	Небезпечний
Електромагнітний, вібраційний впливи		
$0 < I_{7-14} \leq 0,93$	Допустимий	Безпечний
$0,93 < I_{7-14} \leq 1$	Недопустимий	Небезпечний
Радіаційний вплив		
$0 < I_{15} \leq 0,47$	Допустимий	Безпечний
$0,47 < I_{15} \leq 0,67$	Умовно-допустимий	Помірно небезпечний
$0,67 < I_{15} \leq 0,93$	Недопустимий	Небезпечний
$0,93 < I_{15} \leq 1$	Недопустимий	Надзвичайно небезпечний

З метою узагальнення оцінювання впливів на НС розроблено індекс екологічної небезпечності проєктованого промислового об'єкту (3):

$$I = \max \{I_1, \dots, I_i, \dots, I_n\}, \quad (3)$$

де I – індекс екологічної небезпечності проєктованого промислового об'єкту; I_i – індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності i -го впливу (фізичний, хімічний) на складові НС з боку проєктованого промислового об'єкту.

Розроблена система індексів є відкритою, що уможливорює врахування інших видів впливів, не тільки хімічних та фізичних, які здійснює проєктований промисловий об'єкт. Такий спосіб формування індексу частково знімає невизначеність за двома аспектами. По-перше, виключається залежність від розмірності, що суттєво полегшує їх інтерпретування у системах прийняття рішень і спрощує співставлення. По-друге, розроблена шкала від 0 до 1 є інформативною і простою, а також дає змогу проводити коректне згортання екологічної інформації.

З метою прийняття рішень щодо рівня екологічної небезпечності впливів проєктованих промислових об'єктів в умовах недостатньої вихідної інформації про об'єкт проєктування використано методи нечіткої логіки. Адаптовано існуючі

алгоритми нечіткого виводу Мамдані та Сугено відповідно до специфічних умов оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів.

Дані розробленої бази знань для реалізації алгоритмів Мамдані та Сугено представлено у табл. 5 (на прикладі атмосферного повітря).

Таблиця 5

Дані нечіткої бази знань для реалізації алгоритмів нечіткого логічного виводу

Вхід X_i		Вихід Y_i		
Рівень впливу на НПС		Функція бажаності	Алгоритм Мамдані	Алгоритм Сугено
Лінгвістична змінна	Числова змінна	Функціональна залежність	Лінгвістична змінна	Числова змінна
Допустимий	0	$Y_1 = 1 - e^{-(e^{0,25 \cdot X-1})}$	Безпечний	0
Умовно-допустимий	1		Малонебезпечний	0,38
Недопустимий	2		Середньої небезпеки	0,45
Недопустимий	4,4		Небезпечний	0,67
Недопустимий	8		Особливо небезпечний	0,93

Застосування алгоритмів нечіткої логіки дає не суперечливі результати у порівнянні з індексним методом оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів на основі функції бажаності.

В третьому розділі сформовано структуру ризику проєктованих промислових об'єктів, що охоплює оцінювання ризиків змін стану НС від впливів промислових об'єктів, ризику щодо здоров'я людини та соціального ризику (рис. 1).



Рис. 1. Схема взаємодії проєктованого промислового об'єкту з індустріальною екологічною системою

На етапі проєктування виключається розрахунок ризиків аварійних ситуацій, орієнтуючись виключно на штатну роботу промислових об'єктів.

Із врахуванням накопиченого досвіду, розроблених методик й умов мінімальної необхідності запропоновано алгоритм оцінювання ризиків змін стану НС від впливів проєктованих промислових об'єктів:

1. На основі передпроектних досліджень, технологічного проєкту та відповідно до діючих нормативних документів розраховуються кількісні показники оцінювання хімічних впливів на складові НС (атмосферне повітря, поверхневі води, ґрунти) та фізичних впливів;
2. Значення кількісних показників оцінювання впливів на складові НС перераховують в індекси (цей етап обумовлено «різномірністю» кількісних показників та їхньою залежністю від методики розрахунку);
3. За значенням індексу приймається рішення щодо прийнятності проєктного рішення за певною складовою НС, або його доопрацюванню (наприклад, удосконаленню системи очищення стічних вод і т.д.), або відхиленню цього проєкту; за умови прийнятності проєкту для кожної складової та в цілому НС розраховуються ризики та визначаються їх рівні.

Згідно із концепцією ОВНС та специфікою прояву небезпек на етапі проєктування промислових об'єктів, запропоновано математичні залежності оцінювання ризиків проєктованих промислових об'єктів (4):

$$\begin{cases} R_S = CRa \cdot V_u \cdot \frac{N}{T} (1 - N_p) \\ R_A = CRa = \sum_{k=1}^n ICR_k = \sum_{i=1}^k C_i \cdot UR_i \quad \text{або} \quad R_A = \sum_{k=1}^n HQ_k = \sum_{i=1}^k C_i / RfC_i \\ R_E = \sum_{i=1}^m r_i \end{cases} \quad (4)$$

де R_S – соціальний ризик планованої діяльності, визначається як ризик групи людей на яку може вплинути впровадження об'єкту з урахуванням природно-техногенної системи, тис. чол./рік; CRa – канцерогенний ризик комбінованої дії канцерогенних речовин, забруднюючих атмосферне повітря (у випадку відсутності канцерогенних впливів приймається $CRa = 1 \cdot 10^{-6}$, безрозмірний); V_u – уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря, відношення площі віднесеної під об'єкт до площини об'єкта з санітарно-захисною зоною, частки одиниці; N – чисельність населення населеного пункту, тис. чол.; T – середня тривалість життя, рік; N_p – коефіцієнт, що визначається як відношення кількості додаткових робочих місць до загальної кількості робочих місць; R_A – ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря; ICR_i – ризик розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів; C_i – розрахункова середньорічна концентрація i -ої речовини, мг/м³; UR_i – одиничний канцерогенний ризик i -ої речовини, м³/мг; HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих речовин; RfC_i – референтна (безпечна) концентрація i -ої речовини, мг/м³; R_E – ризик змін стану НС від впровадження промислових об'єктів в індустріальну екологічну систему; r_i – ризик змін стану складових НС від хімічних та фізичних впливів проєктованих промислових об'єктів.

Для знаходження ризиків змін стану НС від впровадження промислових об'єктів в індустріальну екологічну систему модифіковано метод «індекс – ризик» у

напрямку встановлення функціональної залежності між розробленою системою індексів та нормованими рівнями ризиків у ймовірнісному вигляді із використанням методів нелінійної регресії, математичні залежності визначення ризиків представлено у табл. 6.

Таблиця 6

Розрахунок ризиків змін стану НС від впровадження промислового об'єкту в індустріальну екологічну систему

Ризики	Математична залежність	Вихідна інформація
Ризик змін стану НС		$R_E = \sum_{i=1}^m r_i$
Ризик змін стану складових НС від хімічних та фізичних впливів	$r_i = a_i \cdot e^{b_i \cdot I_i}$	I_i – індекс оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу на i -ту складову НС; a, b – розрахункові константи, які пов'язані зі специфікою складової НС: $a_1 = 5,17 \cdot 10^{-9}$, $b_1 = 11,29$ (для атмосферного повітря); $a_2 = 4,84 \cdot 10^{-13}$, $b_2 = 21,054$ (для поверхневих вод); $a_3 = 6,083 \cdot 10^{-8}$, $b_3 = 5,48$ (для ґрунтів); $a_4 = 1 \cdot 10^{-6}$, $b_4 = -37,05$ (для шумового впливу); $a_5 = 8 \cdot 10^{-10}$, $b_5 = 7,67$ (для інфразвукового впливу); $a_6 = 1 \cdot 10^{-8}$, $b_6 = 6,89$ (для ультразвукового впливу); $a_{7-14} = 1 \cdot 10^{-8}$, $b_{7-14} = 4,95$ (для електромагнітного, вібраційного впливів); $a_{15} = 2,47 \cdot 10^{-9}$, $b_{15} = 8,93$ (для радіоактивного впливу)

Проведення оцінювання рівня ризику змін стану НС здійснюється відповідно до шкали, що встановлено нормами України (табл. 7).

Таблиця 7

Класифікація рівнів ризиків змін стану НС

Рівень	Значення ризику
Неприйнятний	$> 10^{-6}$
Умовно-прийнятний	$10^{-6} - 10^{-7}$
Прийнятний	$10^{-7} - 10^{-8}$
Безумовно прийнятний	$< 10^{-8}$

На основі отриманого значення приймається рішення щодо прийнятності впровадження промислового об'єкту в індустріальну екологічну систему.

Отже, запропоновано математичні залежності оцінювання ризику змін стану НС від впровадження промислового об'єкту в індустріальну екологічну систему, що базуються на розрахунку індексів оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів на НС. Встановлення рівня такого ризику дозволяє здійснювати контроль за

рівнем екологічної небезпеки та орієнтуватися не тільки на шкоду здоров'ю людини, але й на інші «відповідні реакції» НС.

У четвертому розділі представлено результати застосування індексних оцінок рівня екологічної безпеки під час виконання ОВНС проектів реконструкції Миронівської ТЕС та Алчевського металургійного комбінату. Метою реконструкції Миронівської ТЕС є введення додаткового блоку енергопостачання, Алчевського металургійного комбінату – будівництво нової промислової площадки, при цьому виявлено несприятливі впливи на НС, які пов'язані з виникненням різних за масштабом та часом негативних порушень стану та чистоти атмосферного повітря, поверхневих вод, ґрунтів та ін. Встановлено, що загальний рівень впливів на НС є недопустимим, рівень ризиків змін стану НС є неприйнятним. Вибіркові індексні оцінки рівня екологічної безпеки проектів реконструкції Миронівської ТЕС та Алчевського металургійного комбінату представлено у табл. 8, табл. 9, табл. 10. Розмір збитків від забруднення складових НС встановлювався відповідно до нормативних документів України.

Таблиця 8

Вибіркові індексні оцінки рівня екологічної безпеки проекту реконструкції Миронівської ТЕС

Складова НПС	Якісний склад	Джерела забруднення	Кількісні оцінки		
			Індекси	Ризики змін стану НС	Розмір збитків, тис.грн.
Атмосферне повітря	NO ₂ , SO ₂ , зола вугільна	Котельне відділення, хімцех, електроцех, транспортний цех	$I_1 = 0,645$ недопустимий	$r_1 = 7,6 \cdot 10^{-6}$ неприйнятний	$З_1 = 21,052$
Поверхневі води	pH, БСК ₅ , O ₂ , СПАР, нафтопродукти	Пропуски з водосховища	$I_2 = 0,462$ допустимий	$r_2 = 8,15 \cdot 10^{-9}$ прийнятний	$З_2 = 86,579$
Ґрунти	Ba, Be, P, Cr, Pb, Ga, Ni, Zn, Zr, Co, Cu, V, та ін.	Осадження пилу промислової площадки	$I_3 = 0,403$ умовно-допустимий	$r_3 = 5,57 \cdot 10^{-7}$ умовно-прийнятний	$З_3 = 22,470$
Загальне оцінювання рівня екологічної безпеки			$I = 0,645$ недопустимий	$R_E = 8,16 \cdot 10^{-6}$ неприйнятний	$З_{заг} = 130,101$

**Вибіркові індексні оцінки рівня екологічної безпеки від хімічного впливу
Алчевського металургійного комбінату**

Складова НПС	Якісний склад	Джерела забруднення	Кількісні оцінки		
			Індекси	Ризики змін стану НС	Розмір збитків, тис. грн.
Атмосферне повітря	CH ₄ , NO ₂ , CO	Котел-утилізатор: димові труби	$I_1 = 0,75$ недопустимий	$r_1 = 2,5 \cdot 10^{-6}$ неприйнятний	$З_1 = 90,55$
Поверхневі води	pH, O ₂ , ХСК, БСК ₅ , хлориди, сульфат, залізо, нафтопродукти	Водопідготовний комплекс: стоки промивання лопастей газового компресору	$I_2 = 0,4$ допустимий	$r_2 = 2,20 \cdot 10^{-9}$ прийнятний	$З_2 = 6,111$
Ґрунти	Pb, Zn, Cu, Cr, Mn, Ba, Sr та ін.	Будівельні роботи, комунікації	$I_3 = 1$ недопустимий	$r_3 = 1,5 \cdot 10^{-5}$ неприйнятний	$З_3 = 160,965$
Загальне оцінювання рівня екологічної безпеки			$I = 1$ недопустимий	$R_E = 1,75 \cdot 10^{-5}$ неприйнятний	$З_{заг} = 257,626$

Таблиця 10

**Вибіркові індексні оцінки рівня екологічної безпеки від фізичного впливу
Алчевського металургійного комбінату**

Параметр впливу	Джерела забруднення	Кількісні оцінки	
		Індекс	Ризик змін стану НС
Шум	Димососи	$I_4 = 0,32$ допустимий	$r_4 = 7,09 \cdot 10^{-12}$ прийнятний

Проведене оцінювання рівня екологічної безпеки дало змогу встановити, що досліджувані об'єкти є небезпечними, тому рекомендовано провести доопрацювання проектів реконструкції у таких напрямках: застосування додаткових методів очищення викидних газів в атмосферне повітря; проведення очищення ґрунтів задля зменшення концентрацій відповідних речовин, вміст яких перевищує гранично-допустимі концентрації; проведення контролювання вмісту цих речовин у динаміці. Відповідно до наданих рекомендацій на досліджуваних промислових об'єктах проведено необхідні заходи зменшення небезпечних впливів на НС та за

рахунок чого ці об'єкти рекомендовано до впровадження.

У п'ятому розділі описано програмну реалізацію методики індексної оцінки рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів. Розроблений програмний комплекс RISK_OVNS призначено для аналізування та оцінювання стану НС шляхом визначення індексів впливів на НС та ризиків змін стану НС від впровадження проєктованих промислових об'єктів. Програмний комплекс RISK_OVNS забезпечує оцінювання екологічних умов складових НС, полегшує роботу користувача (наприклад, посадової особи або інспектора, що контролює рівень екологічної безпеки), вимагаючи лише наявності вихідних даних про об'єкт, не вимагає спеціальних знань як про проблему оцінювання впливів на НС та ризиків, так і про роботу програмного комплексу.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено індексні оцінки рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів із визначенням ризиків з метою здійснення контролювання рівня екологічної безпеки на етапі проєктування будь-якого промислового об'єкту. Науково обґрунтовано доцільність використання індексних оцінок у разі оцінювання впливів на НС, як універсальних показників, що дають змогу встановлювати рівень екологічної безпеки для окремих складових НС та в цілому з боку проєктованих промислових об'єктів.
2. На основі функції бажаності розроблено спосіб формування індексних оцінок впливів на окремі складові НС та в цілому, за допомогою якого побудовано універсальні безрозмірні індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів (хімічного та фізичного) на НС з боку проєктованих промислових об'єктів; розроблено індекс небезпечності промислового об'єкту, що дає змогу оцінити впливи в цілому на НС; розроблено інтервальні шкали оцінювання, що уможливають визначення рівня впливу на НС та віднесення об'єкту до певної категорії небезпечності.
3. Використано методи нечіткої логіки для прийняття рішень щодо оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів проєктованих промислових об'єктів на складові НС. Адаптовано існуючі алгоритми нечіткого виводу Мамдані та Сугено відповідно до специфічних умов оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів. Застосування алгоритмів нечіткої логіки дає не суперечливі результати в порівнянні з індексним методом оцінювання рівня екологічної безпеки на основі функції бажаності.
4. Розроблено математичні залежності визначення ризику змін стану окремих складових НС та в цілому від впровадження проєктованого промислового об'єкту в індустріальну екологічну систему шляхом модифікування методу «індекс – ризик» у напрямку встановлення функціональної залежності між розробленою системою індексів та нормованими рівнями ризику в ймовірнісному вигляді за допомогою нелінійної регресії, що дають змогу виявляти небезпечні загрози на етапі проєктування промислових об'єктів.
5. Створено програмний комплекс RISK_OVNS оцінювання рівня екологічної безпеки проєктованого промислового об'єкту на основі розроблених

математичних залежностей індексів оцінювання впливів та ризиків проєктованого промислового об'єкту, що призначено для аналізу та оцінювання стану складових НС після впровадження промислового об'єкту в індустріальну екологічну систему. Розроблену методологію індексної оцінки рівня екологічної безпеки використано під час виконання ОВНС проєктів реконструкції Миронівської ТЕС та Алчевського металургійного комбінату. Оцінювання рівня екологічної безпеки цих об'єктів дало змогу встановити, що досліджувані об'єкти є небезпечними, тому рекомендовано провести їх доопрацювання.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ВИКЛАДЕНО У ПРАЦЯХ:

1. Статюха Г. О. Системний підхід до оцінювання ризиків при проєктуванні промислових об'єктів / Г. О. Статюха, Т. В. Бойко, А. О. Абрамова // Східно – Європейський журнал передових технологій. – 2012. – №2/14 (56). – С.8–12.
2. Статюха Г. О. Системне оцінювання екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів / Г. О. Статюха, Т. В. Бойко, А. О. Абрамова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ» – 2011. – №58. – С.70–76.
3. До питання кількісної оцінки екологічної безпеки при ОВНС / Г. О. Статюха, В. А. Соколов, І. Б. Абрамов, Т. В. Бойко, А. О. Абрамова // Східно – Європейський журнал передових технологій. – 2010. – №6/6 (48). – С.44–46.
4. Статюха Г. О. До питання визначення ризику впливу енергетичних забруднень при ОВНС / Г. О. Статюха, Т. В. Бойко, А. О. Абрамова // Східно – Європейський журнал передових технологій. – 2010. – №2/10 (44). – С.4–10.
5. Статюха Г. А. Алгоритм кількісного аналізу забруднення ґрунту при проведенні ОВОС / Г. А. Статюха, Т. В. Бойко, А. А. Ищишина // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2009. – №2. – С.107–111.
6. Статюха Г. О. Порівняння методів прийняття рішень з використанням лінгвістичної змінної при оцінці впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище / Г. О. Статюха, Т. В. Бойко, А. О. Ищишина // Восточно-європейський журнал передових технологій: Технологія неорганічних і органічних речовин і екологія. – 2008. – №6/6(36). – С.41–44.
7. К вопросу количественной оценки загрязнения атмосферного воздуха в системе ОВОС / Г. А. Статюха, И. Б. Абрамов, Т. В. Бойко, А. А. Ищишина // Восточно-європейський журнал передових технологій: Технологія неорганічних і органічних речовин і екологія. – 2008. – №1/3(31). – С.36–39.
8. Статюха Г. А. К вопросу оценки экологической безопасности объектов химической технологии при проектировании / Г. А. Статюха, Т. В. Бойко, А. А. Ищишина // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету: (технічні науки). Тематичний випуск «Сучасні проблеми технології неорганічних речовин», Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2008. – С.121–124.
9. А. с. України, Комп'ютерна програма «RISK_OVNS» / Г. О. Статюха, Т. В. Бойко, А. О. Ищишина (України). – № 29300; опуб. 26.06.2009.

10. Визначення ризику планової діяльності для природного середовища в системі ОВНС / В. А. Соколов, І. Б. Абрамов, Т. В. Бойко, А. О. Іщишина // Збірник наукових статей за матеріалами II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (Екологія/ecology-2009). – Вінниця, 23–26 вересня 2009 року. – Вінниця: ФОП Данилюк. –2009. – С.48–51.
11. Статюха Г. А. Алгоритм определения экологического риска при проектировании техногенных объектов / Г. А. Статюха, Т. В. Бойко, А. А. Абрамова // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-24, сб. трудов XXIV Междунар. научн. конф.: в 10 т. Т.4.Секция 4, под общ. ред. В. С. Балакирева. – Киев: Национ.техн.ун-т Украины «КПИ», 2011. – С.19–22.
12. Автоматизована система оцінки ризику впливу планованої діяльності на навколишнє середовище / В. А.Соколов, І. Б. Абрамов, Г. О. Статюха, Т. В. Бойко, А. О. Абрамова // Тези одинадцятої науково-практичної конференції «Оцінка впливу об'єктів господарської діяльності на навколишнє середовище (ОВНС). Безпека навколишнього природного, соціального та промислового середовища» (3 червня, 2010 р. м. Київ). – Харків: Інститут «УКРНДІНТВ». – 2010. – С. 8–12.
13. Ищишина А. А. Использование функции желательности для оценки влияния проектируемого предприятия на атмосферу / А. А. Ищишина // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-21: Сб. трудов XXI международ. науч. конф.: в10 т. Т. 3. Секция 3, 4, Саратов. – 2008. – С.229–231.
14. Іщишина А. О. Проблеми кількісного визначення забруднення навколишнього середовища в контексті екологічної безпеки при ОВНС / А. О. Іщишина // Збірка тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених „Екологія. Людина. Суспільство” (13–17 травня 2008 р. м. Київ). – К.: НТУУ „КПІ”. – 2008. – С. 287–288.

АНОТАЦІЯ

Абрамова А. О. Індексна оцінка рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Київський національний університет будівництва і архітектури, Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Київ, 2012.

Дисертацію присвячено розробленню індексної оцінки рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів із визначенням ризиків змін стану складових навколишнього середовища.

В результаті проведених досліджень розроблено спосіб формування індексних оцінок впливів на окремі складові та навколишнього середовища в цілому із використанням функції бажаності. Використано методи нечіткої логіки для прийняття рішень щодо оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів проєктованих промислових об'єктів на складові навколишнього середовища. Запропоновано математичну залежність оцінювання ризику змін стану окремих складових навколишнього середовища та в цілому від впровадження проєктованого промислового об'єкту. Розроблено програмний комплекс оцінювання рівня

екологічної безпеки проектного промислового об'єкту на основі побудованих індексних оцінок рівня екологічної безпеки.

Ключові слова: екологічна безпека, індексна оцінка, функція бажаності, ризик.

АННОТАЦІЯ

Абрамова А. А. Индексная оценка уровня экологической безопасности проектируемых промышленных объектов. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины, Киев, 2012.

Диссертация посвящена разработке индексных оценок уровня экологической безопасности проектируемых промышленных объектов. Исследованы современные подходы к проблеме оценки экологической безопасности проектируемых промышленных объектов, установлено, что распространенными являются подходы с учетом риска как количественной меры опасности, а также с применением индексных показателей с целью обобщения экологической информации.

На основе функции желательности разработан способ формирования индексных оценок влияний на отдельные составляющие окружающей среды и в целом. Используя предложенный способ, построены универсальные безразмерные индексы оценки уровня экологической опасности химических и физических влияний промышленного объекта. Предложен индекс опасности в качестве обобщенной оценки, разработаны интервальные шкалы оценки уровня экологической опасности влияний проектируемого промышленного объекта на окружающую среду, позволяющие принимать решение о допустимости влияний и относить промышленный объект к той или иной категории опасности.

С целью принятия решений в условиях недостаточной исходной информации об объекте проектирования использованы методы нечеткой логики, адаптированы алгоритмы нечеткого логического вывода Мамдани и Сугено относительно специфики оценки экологической безопасности на этапе проектирования промышленных объектов. Применение алгоритмов нечеткой логики дает не противоречивые результаты по сравнению с индексным методом оценки уровня экологической безопасности проектируемого промышленного объекта на основе функции желательности.

Разработаны математические зависимости определения рисков изменений состояния составляющих окружающей среды после внедрения проектируемого промышленного объекта в индустриальную экологическую систему. Проведена модификация существующего метода «индекс-риск» в направлении установления функциональной зависимости между разработанной системой индексов и нормируемыми уровнями риска в вероятностном виде с помощью нелинейной регрессии, что позволяет выявлять опасные угрозы на этапе проектирования промышленных объектов.

Создан программный комплекс RISK_OVNS оценки уровня экологической безопасности проектируемого промышленного объекта на основе предложенных

математических зависимостей определения показателей экологической безопасности.

Разработанная методология индексной оценки уровня экологической безопасности использована при проведении ОВОС проектов реконструкции Мироновской ТЭС и Алчевского металлургического комбината. Влияния этих объектов на составляющие окружающей среды признаны неприемлемыми, поэтому рекомендовано провести доработку этих проектов путем использования дополнительных методов снижения уровня загрязнений по соответствующим составляющие окружающей среды.

Ключевые слова: экологическая безопасность, индексная оценка, функция желательности, риск.

ANNOTATION

Abramova A. O. Index assessment of environmental safety for projected industrial objects. – On right for a manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a specialty 21.06.01 – ecological safety. – Kyiv National University of Construction and Architecture, Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine, Kyiv, 2012.

The dissertation is devoted to development index assessment of environmental safety for projected industrial objects including an estimate of risk changes of the components of the environment.

The method of forming index impacts on individual components of the environment is developed as a result of research and generally using the desirability function. Methods of fuzzy logic are used in make decisions about assessment of the level of environmental safety of the impacts on the elements of the environment of projected industrial objects. The mathematical formula of the risk assessment changes of the environment components and overall is developed for the projected industrial objects. Developed program complex of environmental safety for the projected industrial object is based on constructed index assessments of environmental safety.

Keywords: environmental safety, index assessment, desirability function, risk.