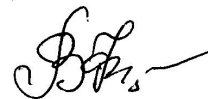


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Фалько Віра Володимирівна



УДК 504:502.3(043.3)

**ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ
ВІД ТОЧКОВОГО ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ**

21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Суми – 2012

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі прикладної екології Сумського державного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник –

доктор технічних наук, професор
Пляцук Леонід Дмитрович,
Сумський державний університет,
завідувач кафедри прикладної екології.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Адаменко Ярослав Олегович,
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
завідувач кафедри екології;

кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник
Ємець Микола Архипович,
Інститут проблем природокористування і екології
НАН України, м. Дніпропетровськ,
завідувач відділу «Екологічне нормування».

Захист відбудеться « 12 » жовтня 2012 р. о 10⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради К 55.051.04 в Сумському державному університеті 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, Україна, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2.

Автореферат розіслано « 11 » вересня 2012 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Л. Л. Гурець

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одним із пріоритетних національних інтересів України є забезпечення екологічно безпечних умов життєдіяльності людини і суспільства, збереження навколишнього середовища. У зв'язку з цим виникає потреба прогнозування оцінки екологічного ризику як міри реальних існуючих загроз для прийняття попереджувальних заходів та заходів щодо зниження рівня ризику промислових об'єктів з огляду на те, що постійно збільшується частка застарілих технологій і підприємств, які потребують реконструкції.

Прогнозна оцінка екологічного ризику пов'язана з проблемою сталого розвитку території, в якій значна увага приділяється прогнозу наслідків від застосування різних альтернативних варіантів стратегії соціо-еколого-економічного розвитку за допомогою математичного моделювання. Це зумовлено тим, що експерименти з реалізації варіантів стратегій на реальних територіях і об'єктах можуть призвести до негативних наслідків для довкілля і населення.

Виходячи з цього, під час проектування і будівництва підприємств, будівель і споруд для забезпечення вимог сталого розвитку відповідної території проводиться прогнозна оцінка впливу їх діяльності на довкілля, зокрема на атмосферне повітря, а через нього – на людину. При цьому в комплексній оцінці ставиться вимога визначення ступеня екологічного ризику діяльності, що проектується.

На сьогодні серед існуючих методик немає єдиного підходу для надання прогнозування оцінки екологічного ризику. Більше того, в літературі відсутні ґрунтовні дослідження цього конкретного питання. Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря», які затверджені наказом МОЗ України від 13 квітня 2007 року № 184 і введені в 2010 році в процес проектування Мінрегіонбуду України від 20 листопада 2009 року № 524, відповідають тим випадкам, коли виникає не ризик появи впливу забруднення на людину (ризик перевищення нормативних максимальних разових гранично допустимих концентрацій, ГДК_{МР}), а при значно вищих рівнях забруднення, коли з'являється ризик для здоров'я населення.

Питання оцінки ризику виникнення впливу забруднення на людину залишається відкритим. Відтак впливає необхідність проведення досліджень за темою дисертації і необхідність оцінки екологічного ризику, яка обумовлена забрудненням атмосферного повітря, зокрема точковим джерелом викидів, як основного забруднювача повітря у промислових містах.

Викладене вище обумовлює актуальність обраної теми дисертації, спрямованої на вирішення важливого науково-практичного завдання – прогнозування оцінки екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря точковим джерелом викидів, розв'язання якого дозволяє на основі теоретичного обґрунтування і відповідних досліджень забезпечити надійне досягнення екологічної безпеки під час проектування і реконструкції підприємств і додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася згідно з науково-технічною програмою Міністерства освіти і науки, молоді та спорту у рамках держбюджетної тематики кафедри прикладної

екології Сумського державного університету «Зниження техногенного навантаження на довкілля підприємств хімічної і машинобудівної промисловості» (номер державної реєстрації 0109U008929) та «Розробка шляхів поліпшення екологічної ситуації міст та промислових зон» (номер державної реєстрації 0111U006335) і відповідно до планів науково-дослідних робіт Інституту проблем природокористування і екології НАН України (ІППЕ НАНУ), м. Дніпропетровськ, № 36 «Наукове обґрунтування пріоритетних напрямків досягнення сталого розвитку техногенно навантажених регіонів з урахуванням його нормативних показників (номер державної реєстрації 0199U004402РК, 0204U003435ОК), № 39 «Наукове обґрунтування основних принципів керованої трансформації господарського комплексу техногенно навантажених регіонів для забезпечення поетапного досягнення показників сталого розвитку» (номер державної реєстрації 0104U002371) на підставі Договору про науково-технічне співробітництво між ІППЕ НАНУ та Сумським державним університетом.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення рівня екологічної безпеки шляхом розроблення та теоретично-експериментального обґрунтування прогнозних стохастичних закономірностей зміни векторного поля концентрацій забруднюючих речовин, що викидаються точковим джерелом за нормального функціонування об'єкту, та прогнозна оцінка з використанням цих закономірностей екологічного ризику для прийняття управлінських рішень з досягнення високонадійної екологічної безпеки під час проектування і реконструкції підприємств.

Для досягнення зазначеної у дисертації мети поставлено такі основні завдання:

- провести аналіз існуючих підходів та методик оцінки екологічного ризику та їх недоліків, довести необхідність розроблення стохастичного підходу до визначення і оцінки екологічного ризику появи впливу забруднення атмосферного повітря точковим джерелом викидів на людину;

- визначити прогнозні аналітичні закономірності стохастичного векторного поля концентрацій від точкового джерела викидів із використанням методу лінеаризації та розробити математичну модель і методику прогнозування оцінки екологічного ризику для попередніх етапів розроблення проектів будівництва і реконструкції підприємств (техніко-економічне обґрунтування, ескізний проект);

- уточнити прогнозні закономірності стохастичного векторного поля концентрацій для точкового джерела викидів із використанням методу статистичних випробувань та розробити математичну модель і методику прогнозування оцінки екологічного ризику на заключних етапах проектування (технічний проект);

- експериментально підтвердити отримані прогнозні результати оцінки екологічного ризику на діючих об'єктах;

- упровадити отримані наукові результати під час проектування і реконструкції підприємств.

Об'єкт дослідження – техногенні небезпеки, пов'язані з випадковим забрудненням атмосферного повітря за нормального функціонування джерела викидів.

Предмет дослідження – прогнози стохастичні закономірності формування небезпечних процесів при забрудненні атмосферного повітря над прилеглою до точкового джерела викидів територією.

Методи дослідження. При аналізі і постановці завдання використані методи системного аналізу і теорії надійності складних систем; під час розроблення стохастичної математичної моделі визначення поля концентрацій забруднюючих речовин від викидів точкового джерела і визначення екологічного ризику – методи аеродинаміки приземного шару, методи теорії ймовірностей та математичної статистики, методи параметричної надійності, методи математичного моделювання, а також методи статистичної обробки отриманих даних вимірів.

Наукова новизна отриманих результатів. З метою підвищення рівня екологічної безпеки на основі виконаних теоретичних досліджень та експериментальних даних отримані такі наукові результати:

– набула подальшого розвитку система оцінювання рівня екологічної небезпеки від викидів забруднюючих речовин в атмосферу точковим джерелом, яка відрізняється від існуючих тим, що враховує ризик появи впливу забруднення на людину;

– конкретизована оцінка екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря при нормальному функціонуванні джерела викидів як імовірність перевищення стохастичним полем корельованих концентрацій забруднюючих речовин своїх максимальних разових гранично допустимих концентрацій;

– уперше для короткострокового прогнозу встановлені наближені за методом лінеризації та уточнені за методом статистичних випробувань закономірності зміни векторного стохастичного поля концентрацій забруднюючих речовин від викидів точкового джерела та побудовані їх математичні моделі;

– уперше з використанням отриманих математичних моделей розроблена методологія прогнозу оцінки екологічного ризику за нормального функціонування точкового джерела викидів.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблені структура вхідних даних і методологія розв'язання задачі прогнозу оцінки екологічного ризику від точкового джерела викидів в атмосферу забруднюючих речовин за нормального функціонування джерела. Запропоновані методики різної складності охоплюють усі етапи проектування від техніко-економічного обґрунтування до технічного проекту. Теоретичні розробки та практичні рекомендації дисертаційного дослідження використано під час розроблення проектів будівництва і реконструкції окремих об'єктів у розділах «Оцінка впливу на навколишнє середовище», які пройшли державну експертизу; під час виконання ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» госпдогвірної науково-дослідної роботи «Аналіз стану атмосферного повітря, дослідження забруднення від основних джерел викидів у м. Дніпропетровську та обґрунтування напрямків покращання якості повітряного середовища території міста (г/д №547)». Матеріали дисертації використані під час розроблення студентами дипломних робіт у СумДУ та ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є завершеним дослідженням автора у галузі екологічної безпеки. Основні наукові положення,

розробки, обґрунтування наукової новизни та практичного значення результатів отримано автором самостійно. Автором проведені аналіз проблеми оцінки екологічного ризику для людини і постановка завдання з його оцінки для точкового джерела викидів. Для розділів оцінки впливу на навколишнє середовище проектів будівництва і реконструкції підприємств розроблені стохастичні математичні моделі з оцінки ризику з використанням методу лінеаризації функції випадкових аргументів для наближеного розв'язання задачі і методу статистичних випробувань для уточненого рішення; виконано узагальнення математичних моделей цих методів з урахуванням одержаних основних лінійних залежностей концентрацій забруднюючих речовин від випадкових змін проектних параметрів джерел і характеристик зовнішнього середовища. На базі цих моделей розроблено методологію рішення задачі з підготовкою їх до практичного використання в проектах будівництва і реконструкції підприємств. Підтверджена збіжність теоретичних результатів величин екологічного ризику і результатів за експериментальними даними вимірювань. Намічені шляхи перспективних досліджень з управління екологічним ризиком. Вибір теми дисертаційної роботи, постановка завдань, обговорення отриманих результатів, формулювання висновків відбувалося спільно з науковим керівником, доктором технічних наук, професором Пляцуком Л. Д. Внесок автора у роботах, опублікованих у співавторстві, наведений у списку праць за темою дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні наукові положення і результати роботи доповідались і обговорювалися на IV Міжнародному симпозиумі Південноукраїнського відділення МАНЕБ «Безопасность жизнедеятельности в XXI веке» (м. Дніпропетровськ, Україна, січень 2004 р.), на IV Міжнародній науково-практичній конференції «Економічні проблеми виробництва та споживання екологічно чистої продукції (ЕП – 2005)» (м. Суми, травень 2005 р.), на VIII Міжнародній науково-технічній конференції «Екологічна безпека та біосферно-ноосферні ідеї В. І. Вернадського» (м. Кременчук, 14 – 16 червня 2007 р.), на Міжнародному симпозиумі «Межрегиональные проблемы экологической безопасности (МПЭБ-2007)» (м. Одеса, 19 – 21 вересня 2007 р.), на Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми техногенно навантажених регіонів», присвяченій 10-річчю кафедри екології (м. Дніпропетровськ, Національний гірничий університет, 12 – 14 травня 2008 р.), на науково-технічній конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів Сумського державного університету (м. Суми, 2006 р., 2009 р.), на V Міжнародній ювілейній науково-практичній конференції «Екологія. Економіка. Енергозбереження.» (м. Суми, 14 – 16 травня 2009 р.), на Міжнародному форумі «Межрегиональные проблемы экологической безопасности» (м. Одеса, 14 – 16 жовтня 2009 р.), на Міжнародному науковому симпозиумі «Неделя эколога – 2010» «Экологические проблемы горно-металлургических регионов. Прогрессивные информационные и технологические решения» (м. Дніпродзержинськ, 12 – 15 жовтня 2010 р.), на Міжнародній науковій конференції «Математичні проблеми технічної механіки – 2011» (м. Дніпропетровськ, м. Дніпродзержинськ, 13 – 15 квітня 2011 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 18 робіт, з них 13 статей у виданнях ВАК України та 5 тез доповідей.

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, чотирьох додатків. Загальний обсяг роботи становить 208 сторінок. Дисертаційна робота містить 16 рисунків і 18 таблиць у тексті, з яких дві – на окремих аркушах. Список використаних джерел у кількості 186 найменувань на 21 сторінці. Додатки розміщені на 67 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання досліджень, представлено наукову новизну, практичну цінність отриманих результатів.

У **першому розділі** на підставі аналізу стану забруднення атмосферного повітря в Україні, а також аналітичного огляду існуючих методів оцінки екологічного ризику від цього забруднення обґрунтовано напрямок обраного дослідження. Існують дві причини появи екологічного ризику. Перша причина пов'язана з виникненням аварійних ситуацій на об'єкті та збільшенням при цьому викидів забруднюючих речовин, і в цій роботі не розглядається. Друга причина виникає за безаварійного, нормального функціонування об'єкта. Ця причина обумовлена випадковим розкидом проектних параметрів джерел викидів забруднюючих речовин і характеристик навколишнього середовища – збурюючих факторів. Збурюючі фактори викликають випадкові зміни поля концентрацій забруднюючих речовин над прилеглою до джерела територією, що призводить до появи ймовірності перевищення ГДК_{МР}, які прийняті в Україні у проектах будівництва підприємств при прогностичній оцінці впливу їх дії на навколишнє середовище як нормативні. Ця ймовірність і буде характеризувати екологічний ризик появи впливу забруднення на людину.

Зазначено, що на сьогодні у багатьох державах світу прийнято методологію, яка базується на залежності «доза – ефект», однак вона допускає рівень забруднення атмосфери, при якому вже викликають шкідливі ефекти у стані здоров'я людини, навіть аж до стану смерті. Тому в дисертації при прогностичних оцінках розглянуто ризик появи впливу забруднення на людину, проте ніяк не появи шкідливих ефектів у стані здоров'я людини, тобто екологічний ризик, який виникає внаслідок випадкового перевищення концентраціями забруднюючих речовин нормативних ГДК_{МР}. Таким чином, у розділі розглянута постановка завдання, що полягає в розробленні математичних моделей та методології прогностичної оцінки екологічного ризику від точкового джерела викидів за нормального функціонування об'єкта.

У **другому розділі** на підставі системного аналізу і стохастичного підходу проблеми досліджень розглянуті, з одного боку, біологічна система і місце людини в ній, а з іншого – антропогенний вплив на неї через забруднення атмосфери, літосфери та гідросфери.

Екологічний ризик визначено як імовірність того, що сумарний антропогенний вплив X перевищить узагальнену захищеність біологічної системи Y : $\alpha = P(X > Y)$. У

тому разі, якщо ймовірність $P(X > Y)$ близька або дорівнює нулю, вважається, що біологічна система в умовах антропогенного впливу буде виконувати свої функції.

Викладено основну гіпотезу досліджень, яка полягає в тому, що при короткостроковому прогнозі концентрації $C_j, j = \overline{1, n}$ забруднюючих речовин навколо джерела викидів визначається випадковим векторним полем, залежним від відстані x до джерела, яке при зафіксованому x перетворюється у векторну випадкову величину корельованих концентрацій (C_1, C_2, \dots, C_n) . Екологічний ризик визначається як імовірність перевищення хоча б однією концентрацією рівня появи впливу її на людину. Стохастичне поле концентрацій виникає внаслідок дії випадкових збурюючих факторів – випадкових відхилень проектних параметрів джерела та характеристик навколишнього середовища.

Таким чином, зроблено визначення прогнозної оцінки екологічного ризику для людини від точкового джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферу, намічені ідеї та шляхи роз'язання задачі, обґрунтовані необхідні під час роз'язання задачі підходи та методи – це метод лінеаризації функції випадкових аргументів і метод статистичних випробувань.

У третьому розділі відповідно до мети дисертації розроблені стохастичні закономірності поширення забруднень і прогнози оцінки екологічного ризику.

На початкових етапах проектування згідно з ДБН А.2.2.-1-2003, коли вхідні дані з проекту повністю ще не визначено, оцінку доцільно робити наближено. Для наближеного роз'язання задачі запропоновано метод лінеаризації функції від випадкових аргументів. Під час розроблення математичної моделі з використанням стохастичного підходу роз'язання детермінованого гідрогазодинамічного рівняння поширення забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери розглянуто як функцію випадкових аргументів – проектних параметрів джерела викидів і характеристик зовнішнього середовища (збурюючих факторів); збурюючі фактори розглянуті як система випадкових величин з відомою щільністю розподілу, яка одержана апріорно або на підставі обробки статистичних даних; концентрації забруднюючих речовин над заданою точкою розглянуті як система випадкових величин, щільність розподілу якої отримана з використанням методу лінеаризації і підпорядкована багатомірному нормальному закону; оцінка величини розглянутого екологічного ризику зроблена з використанням методів роз'язання параметричних моделей у теорії надійності складних систем.

Концентрацію C_j розглянуто як функцію випадкових аргументів $\lambda_q, q = \overline{1, m}$:

$$C_j = C_j(\lambda_{1j}, \lambda_{2j}, \lambda_{3j}, \lambda_{4j}, \lambda_5, \dots, \lambda_q, \dots, \lambda_m), \quad (1)$$

Для визначення C_j використана відома математична модель Берлянда роз'язання детермінованого рівняння поширення забруднень від точкового джерела. У цій моделі для джерела із круглим гирлом розглянуто такі аргументи: $\lambda_{1j} = M_j$ – секундна маса викидів забруднюючих речовин, г/с; $\lambda_{2j} = F_j$ – коефіцієнт осадження забруднюючих речовин; $\lambda_{3j} = C_{\phi j}$ – фонові концентрації, мг/м³; $\lambda_{4j} = \Delta C_j$ – похибка методики, мг/м³; $\lambda_5 = A$ – коефіцієнт стратифікації атмосфери; $\lambda_6 = w_0$ – швидкість виходу газоповітряної суміші, м/с; $\lambda_7 = D$ – діаметр гирла джерела, м; $\lambda_8 = H$ –

висота джерела, м; $\lambda_9 = T_z$ – температура газоповітряної суміші, $^{\circ}\text{C}$; $\lambda_{10} = T_n$ – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; $\lambda_{11} = \eta$ – коефіцієнт нерівності місцевості в районі джерела; $\lambda_{12} = u$ – величина швидкості повітря, м/с; $\lambda_{13} = \varphi$ – напрямок швидкості повітря, рад; $\lambda_{14} = x$, $\lambda_{15} = y$ – координати точки, для якої визначається концентрація. Усього збурюючих факторів для круглого гирла $m = 15$. Для джерела з прямокутним гирлом $\lambda_6 = L$ – довжина гирла, м; $\lambda_7 = b$ – ширина гирла, м; $\lambda_{16} = V_1$ – об’ємна витрата газоповітряної суміші, $\text{м}^3/\text{с}$, і $m = 16$. При цьому перші чотири збурюючі фактори залежать від виду забруднюючої речовини (індекс j), решта – ні.

Основні числові характеристики закону розподілу системи випадкових величин концентрацій C_j подані у такому вигляді:

а) математичні очікування (м. о.):

$$C_j^* = C_j(\lambda_{1j}^*, \lambda_{2j}^*, \lambda_{3j}^*, \lambda_{4j}^*, \dots, \lambda_m^*); \quad (2)$$

б) середньоквадратичні відхилення (с. к. в.):

$$\sigma_j = \sqrt{\sum_{q=1}^4 \left(\frac{\partial C_j}{\partial \lambda_{qj}} \cdot \sigma_{qj} \right)^2 + \sum_{q=5}^m \left(\frac{\partial C_j}{\partial \lambda_q} \cdot \sigma_q \right)^2}; \quad (3)$$

в) кореляційні моменти K_{jp} і коефіцієнти кореляції r_{jp} між j -ю і p -ю концентраціями забруднюючих речовин:

$$K_{jp} = \sum_{q=5}^m \frac{\partial C_j}{\partial \lambda_q} \cdot \frac{\partial C_p}{\partial \lambda_q} \cdot \sigma_q^2, r_{jp} = \frac{K_{jp}}{\sigma_j \cdot \sigma_p}; j = \overline{1, n}; p = \overline{1, n}; j \neq p, \quad (4)$$

де λ_{qj}^* , λ_q^* , σ_{1j} , σ_{2j} , ..., σ_m – математичні очікування (середні значення) і середньоквадратичні відхилення випадкових величин λ_{qj} , λ_q ;

$\partial C_j / \partial \lambda_{qj}$, $\partial C_j / \partial \lambda_q$ – часткові похідні концентрації по випадковим величинам λ_{qj} , λ_q . Часткові похідні отримані з використанням математичної моделі Берлянда.

Для оцінки розглянутого екологічного ризику необхідно визначити похідні $\partial C_j / \partial \lambda_{qj}$, $\partial C_j / \partial \lambda_q$, $j = \overline{1, n}$, $q = \overline{1, m}$, оскільки лінеаризований вплив випадкових збурюючих факторів на концентрації забруднюючих речовин характеризується першими частковими похідними.

1. Збурюючі фактори A , M_j , η , $\Delta C_{\phi j}$, ΔC_j :

$$\frac{\partial C_j}{\partial A} = \frac{C_{1j}}{A}, \frac{\partial C_j}{\partial M_j} = \frac{C_{1j}}{M_j}, \frac{\partial C_j}{\partial \eta} = \frac{C_{1j}}{\eta}, \frac{\partial C_j}{\partial \Delta C_{\phi j}} = \frac{\partial C_j}{\partial \Delta C_j} = 1, \quad (5)$$

$$C_{1j} = \frac{A M_j F_j m n \eta}{H^2 \sqrt{\frac{\pi D^2}{4}} w_0 (T_z - T_e)} r S_{1j} \cdot S_2. \quad (6)$$

2. Збурюючий фактор F_j

$$\frac{\partial C_j}{\partial F_j} = \frac{C_{1j}}{F_j} + \frac{C_{1j}}{S_{1j}} \cdot \frac{\partial S_{1j}}{\partial F_j}. \quad (7)$$

3. Збурюючий фактор u

$$\frac{\partial C_j}{\partial u} = \frac{C_{1j}}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial u} + \frac{C_{1j}}{S_2} \cdot \frac{\partial S_2}{\partial u}. \quad (8)$$

4. Збурюючий фактор φ

$$\frac{\partial C_j}{\partial \varphi} = -20C_{1j}u\sqrt{S_2} \cdot \varphi. \quad (9)$$

5. Збурюючий фактор x

$$\frac{\partial C_j}{\partial x} = \frac{C_{1j}}{S_{1j}} \cdot \frac{\partial S_{1j}}{\partial x} + \frac{C_{1j}}{S_2} \cdot \frac{\partial S_2}{\partial x}. \quad (10)$$

6. Збурюючий фактор y

$$\frac{\partial C_j}{\partial y} = \frac{C_{1j}}{S_2} \cdot \frac{\partial S_2}{\partial y}. \quad (11)$$

7. Збурюючий фактор H

$$\frac{\partial C_j}{\partial H} = -\frac{2C_{1j}}{H} + \frac{C_{1j}}{m} \cdot \frac{\partial m}{\partial H} + \frac{C_{1j}}{n} \cdot \frac{\partial n}{\partial H} + \frac{C_{1j}}{\eta} \cdot \frac{\partial \eta}{\partial H} + \frac{C_{1j}}{S_{1j}} \cdot \frac{\partial S_{1j}}{\partial H} + \frac{C_{1j}}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial H}. \quad (12)$$

8. Збурюючий фактор D

$$\frac{\partial C_j}{\partial D} = -\frac{2}{3} \frac{C_{1j}}{D} + \frac{C_{1j}}{m} \frac{\partial m}{\partial D} + \frac{C_{1j}}{n} \frac{\partial n}{\partial D} + \frac{C_{1j}}{r} \frac{\partial r}{\partial D} + \frac{C_{1j}}{S_{1j}} \frac{\partial S_{1j}}{\partial D}. \quad (13)$$

9. Збурюючий фактор w_0

$$\frac{\partial C_j}{\partial w_0} = -\frac{1}{3} \frac{C_{1j}}{w_0} + \frac{C_{1j}}{m} \frac{\partial m}{\partial w_0} + \frac{C_{1j}}{n} \frac{\partial n}{\partial w_0} + \frac{C_{1j}}{r} \frac{\partial r}{\partial w_0} + \frac{C_{1j}}{S_{1j}} \frac{\partial S_{1j}}{\partial w_0}. \quad (14)$$

10. Збурюючі фактори T_2, T_n

$$\frac{\partial C_j}{\partial T_2} = -\frac{C_{1j}}{3(T_2 - T_n)} + \frac{C_{1j}}{m} \cdot \frac{\partial m}{\partial T_2} + \frac{C_{1j}}{n} \cdot \frac{\partial n}{\partial T_2} + \frac{C_{1j}}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial T_2} + \frac{C_{1j}}{S_{1j}} \cdot \frac{\partial S_{1j}}{\partial T_2}, \quad \frac{\partial C_j}{\partial T_n} = -\frac{\partial C_j}{\partial T_2}. \quad (15)$$

Згідно з постановкою завдання екологічний ризик визначається через інтеграл імовірності від щільності f багатовимірного нормального розподілу концентрацій з отриманими числовими характеристиками C_j^*, σ_j, r_{jp} :

$$\alpha = \int_{ГДК_{MP1}}^{\infty} \dots \int_{ГДК_{MPn}}^{\infty} f(C_1, C_2, \dots, C_n) dC_1, dC_2, \dots, dC_n. \quad (16)$$

Залежності похідних від координати x через аналітичні перетворення (2) – (4) характеризують стохастичне поле концентрацій у районі джерела викидів. Через інтеграл імовірності (16) утвориться поле розглянутого екологічного ризику. Решта збурюючих факторів може розглядатися як параметри, що впливають на поля концентрацій забруднюючих речовин та екологічний ризик α .

Після визначення безрозмірних величин для кожної забруднюючої речовини

$$h_j = \frac{C_j^{ГДК} - \bar{C}_j}{\sigma_j}, \quad j = \overline{1, n}, \quad h_{j \min} = \frac{\min}{j} h_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad (17)$$

$$\mu = \frac{1}{\pi n (n - 1)} \sum_j \sum_p \arcsin r_{jp}, \quad j \neq p \quad (18)$$

одновимірної нормальної функції розподілу

$$F(h_j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{h_j} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt, \quad j = \overline{1, n} \quad (19)$$

визначаємо екологічний ризик від забруднення атмосферного повітря всіма забруднюючими речовинами

$$\alpha = 1 - \left[\mu F(h_{j_{\min}}) + (1 - \mu) \prod_{j=1}^n F(h_j) \right] \quad (20)$$

та окремими речовинами

$$\alpha_j = 1 - F(h_j). \quad (21)$$

Розроблена лінеаризована математична модель дозволяє визначити стохастичні закономірності зміни векторного поля концентрацій від викидів точкового джерела забруднюючих речовин і попередньо оцінити в довільній точці навколо джерела розглянутий екологічний ризик. Вона призначена для розділів проектів оцінки впливу на навколишнє середовище під час проектування (реконструкції) підприємств. Із використанням отриманої стохастичної математичної моделі поля концентрацій і поля екологічного ризику α розроблено методику оцінки екологічного ризику, яка складається з п'яти блоків (рисунки 1).

Згідно з ДБН А.2.2.-1-2003 для прогнозування оцінки екологічного ризику на заключних етапах проектування одержано розв'язання задачі з використанням методу статистичних випробувань (Монте-Карло).

Вхідні величини $M_j, F_j, C_{\Phi j}, A, \eta, w_0, D, H, T_z, T_n, \varphi, u, x, y, z$ є випадковими незалежними величинами (збурюючими факторами). Вони позначені як множина $(\lambda_{1j}, \lambda_{2j}, \lambda_{3j}, \lambda_{4j}, \lambda_5, \dots, \lambda_m), j = \overline{1, n}; m = \overline{1, 16}$. Крім того, випадковою величиною є сумарна похибка $\Delta C_j(x, y)$.

Для визначення випадкових полів концентрацій $C_j(x, y, z)$ вважалося, що на підставі апріорних даних або на підставі статистичної обробки даних спостережень відомі щільності розподілу $f_i(\lambda_i)$ випадкових збурюючих факторів $\lambda_i, i = \overline{1, m}$. Для довільної фіксованої точки $A(x, y, z)$ характеристики випадкового поля $C_j(x, y, z)$ одержано з комп'ютерного експерименту, що містить: реалізації випадкових величин $(\lambda_{1j}, \lambda_{2j}, \lambda_{3j}, \lambda_{4j}, \lambda_5, \dots, \lambda_m), j = \overline{1, n}$; визначення згідно з моделлю Берлянда відповідних їм реалізацій випадкових концентрацій $C_j(x, y, z)$ і статистичної обробки цих реалізацій. Реалізації нормованих, віднесених до середньоквадратичного відхилення, випадкових величин $\lambda_{ik}^*, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, p}$ (p – число реалізацій) визначені на підставі розв'язання для щільності $f_i(\lambda_i^*)$ рівняння

$$\int_{-\infty}^{\lambda_{ik}^*} f_i(\lambda_i^*) d\lambda_i^* = R_k, \quad (22)$$

де R_k – k -те випадкове число, одержане за допомогою датчика випадкових чисел, що підлягають закону рівномірної щільності в діапазоні від 0 до 1.

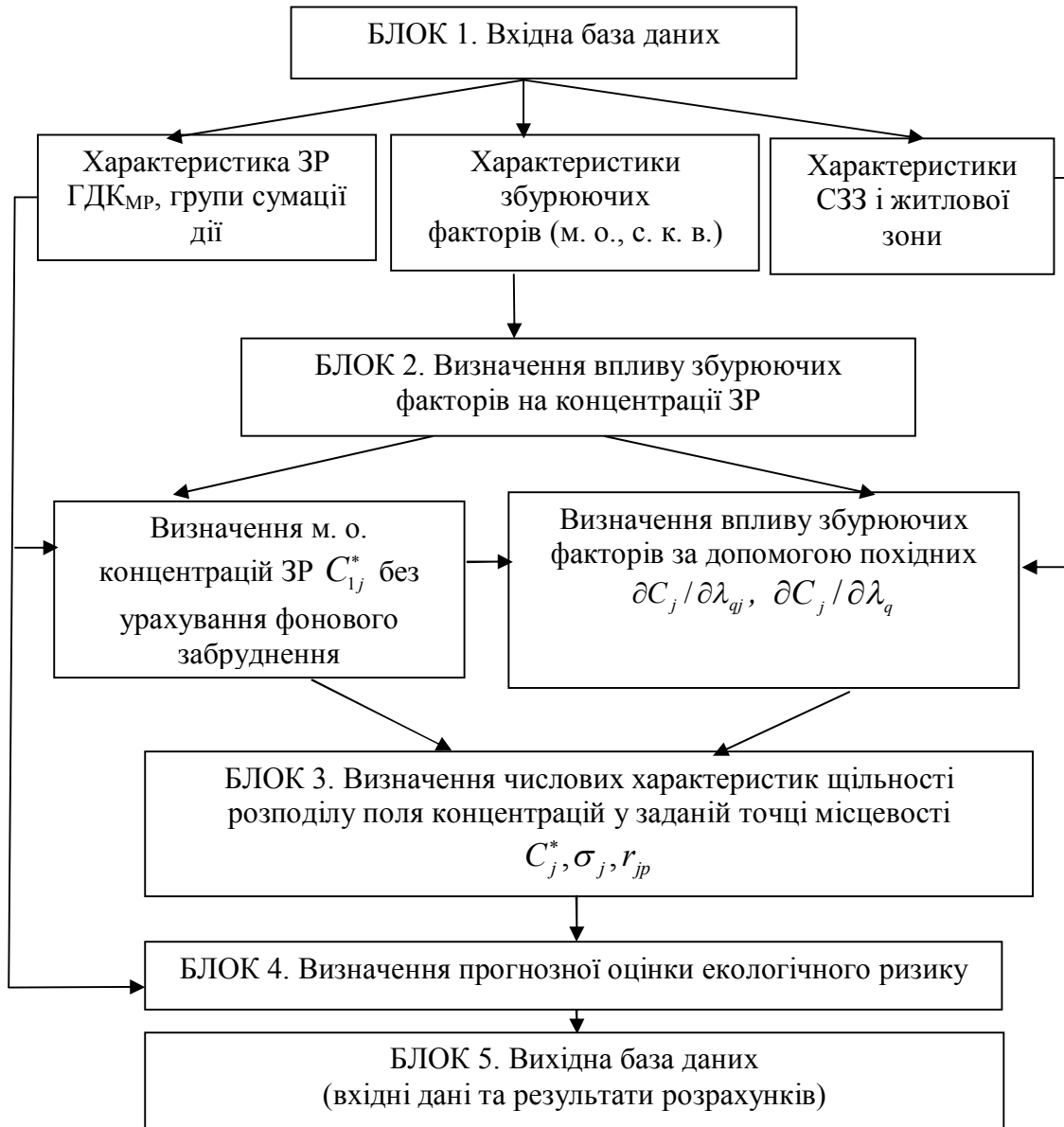


Рисунок 1 – Укрупнена блок-схема методики за методом лінеаризації

Розглянуто застосування запропонованого підходу на прикладі точкового джерела. Порівнюючи отримані реалізації концентрацій C_{jk} забруднюючих речовин з $\text{ГДК}_{\text{МР}j}$ при p випробуваннях одержані число m перевищень $\text{ГДК}_{\text{МР}j}$ концентрацією хочаб однієї речовини і число m_j перевищень $\text{ГДК}_{\text{МР}j}$ концентрацією кожної j -ї речовини.

При великій кількості випробувань розглянутий екологічний ризик α визначається як відношення m до p . Екологічний ризик з кожної речовини α_j визначається як відношення m_j до p . За бажанням користувача для кожної концентрації з використанням методів математичної статистики визначаються числові характеристики розподілу концентрацій: математичне очікування C_j^* , середньоквадратичне відхилення σ_j , коефіцієнти кореляції r_{jp} . На основі викладеного розроблено методику розв'язання задачі, укрупнена схема якої представлена на рисунку 2.

З використанням методики розроблена дослідницька програма для ПЕОМ рішення задачі, яка застосовувалась у розділах ОВНС будівництва (реконструкції) підприємств та під час розв'язання дослідницьких прикладів задачі оцінки характеристик стохастичного поля концентрації $C_j(x, y, z)$ і визначення екологічного ризику, обумовленого хімічним і пиловим забрудненням атмосфери.

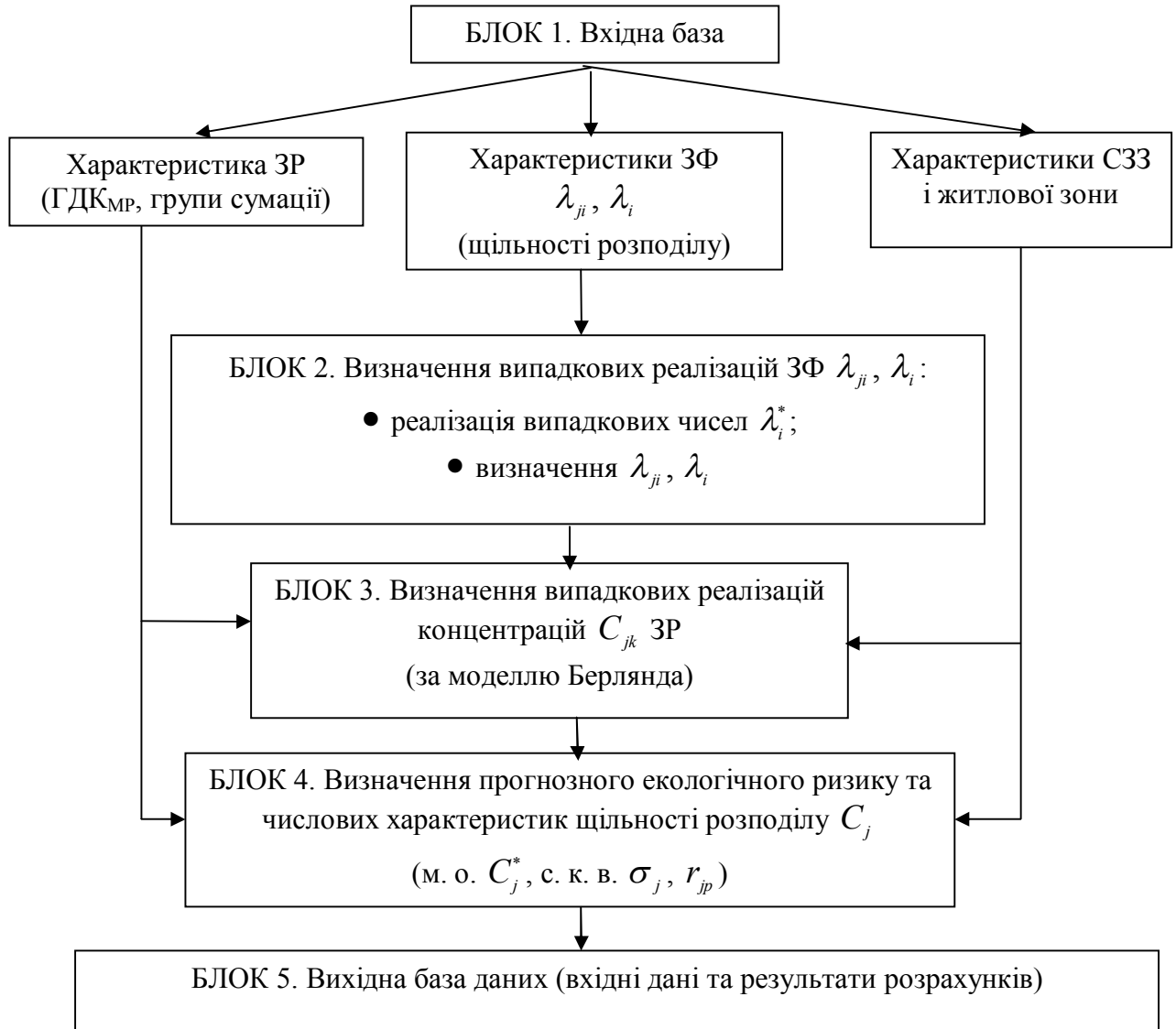


Рисунок 2 – Укрупнена блок-схема методики за методом статистичних випробувань

Розв'язання цих задач показало, що розроблена математична модель і дослідницька програма для ПЕОМ дозволяють за прийнятний машинний час і при великій кількості випробувань $p = 50000$ визначити стохастичні закономірності зміни поля концентрацій від викидів точкового джерела забруднюючих речовин і оцінити в довільній точці поверхні екологічний ризик.

У **четвертому** розділі наведені результати досліджень двох дослідів за даними вимірів: оцінки екологічного ризику з використанням підфакельних вимірів приземних концентрацій забруднюючих речовин і з використанням даних якості вугілля, та їх збіжність з отриманими теоретичними результатами за методом лінеаризації.

Для оцінки екологічного ризику з використанням даних підфакельних вимірів приземних концентрацій забруднюючих речовин (підприємство ВАТ «Днепрококс», м. Дніпропетровськ): діоксиду азоту (NO_2), діоксиду сірки (SO_2) і оксиду вуглецю (CO), визначені частоти p_{NO_2} , p_{SO_2} і p_{CO} перевищення концентраціями C_{NO_2} , C_{SO_2} і C_{CO} своїх ГДК_{МРj}, а також частота p перевищення ГДК_{МРj} хоча б однією концентрацією та їх довірчі інтервали p_1 , p_2 :

$$\begin{aligned} p_{NO_2} &= 0,911, & p_{1NO_2} &= 0,96, & p_{2NO_2} &= 0,83, \\ p_{SO_2} &= 0,4, & p_{1SO_2} &= 0,52, & p_{2SO_2} &= 0,28, \\ p_{CO} &= 0,71, & p_{1CO} &= 0,81, & p_{2CO} &= 0,6, \\ p &= 1, & p_1 &= 1, & p_2 &= 0,96. \end{aligned}$$

Розраховані відповідно до розробленої в дисертації методики прогнози значення екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря (з урахуванням фону) окремими речовинами α_j та усіма речовинами α дорівнюють:

$$\alpha_{NO_2} = 0,9238; \alpha_{SO_2} = 0,3837; \alpha_{CO} = 0,6572, \alpha = 0,9838.$$

Порівняння оцінок прогнозних екологічних ризиків від забруднення атмосферного повітря (з урахуванням фону) точковими джерелами з межами довірчих інтервалів експериментальних оцінок показує їх збіжність, тобто підтверджено збіжність розробленої в дисертації теорії з дослідними даними.

Для оцінки екологічного ризику з використанням результатів вимірів якості вугілля розглядався варіант роботи котлів на вугіллі підприємства ТОВ «Сумитеплоенерго» Сумська ТЕЦ. До розгляду взяті забруднюючі речовини: діоксид азоту (NO_2), двоокис сірки (SO_2) і зола.

За розробленою в дисертації методикою визначена розрахункова залежність екологічного ризику для людини від забруднення атмосфери окремими α_j (рисунок 3) та усіма речовинами α від відстані x до джерела (від 0 до 4000 м) (рисунок 4). Для порівняння теорії з експериментом були використані дані багаторічних вимірювань вмісту сірки і золи у вугіллі ($m=58$), проведені хімічною лабораторією підприємства, а також відома в математичній статистиці методологія оцінки розрахункової імовірності події за частотою її появи. Оцінка розрахункових імовірностей (екологічних ризиків) α_{SO_2} , $\alpha_{зол}$ по частоті p_j появи події перевищення концентраціями C_{SO_2} і $C_{зол}$ своїх ГДК_{МРj}, що виконана з використанням результатів вимірів, показує збіжність розробленої в дисертації теорії з дослідними даними. Як впливає із даних, наведених нижче на рисунках 5, 6 та у таблиці 1, розрахункові величини α_{SO_2} і $\alpha_{зол}$ лежать у межах довірчих інтервалів (із довірчою імовірністю $\beta = 0,9$) p_{j1} і p_{j2} частот p_j .

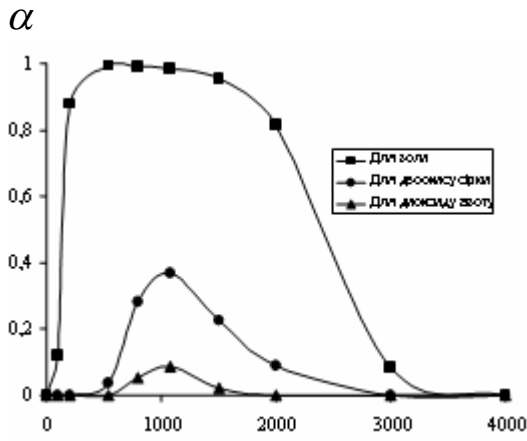


Рисунок 3 – Екологічний ризик від забруднення атмосфери окремими речовинами

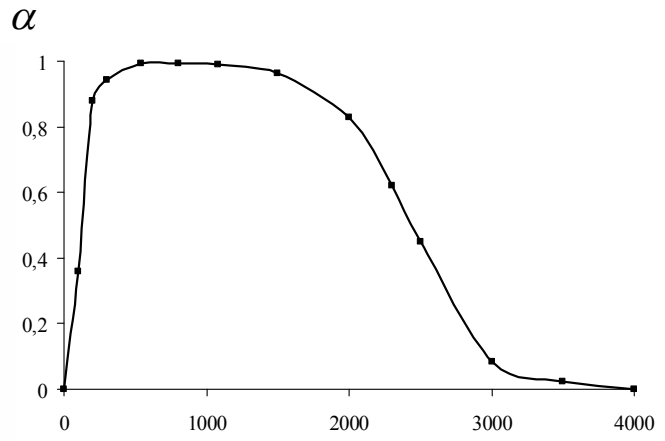


Рисунок 4 – Екологічний ризик від забруднення атмосфери усіма речовинами

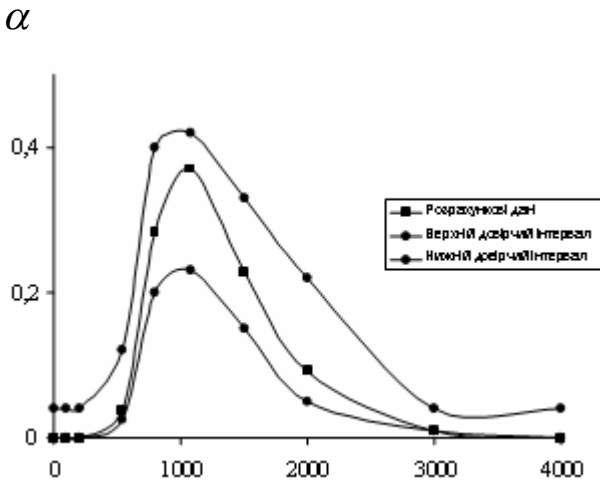


Рисунок 5 – Порівняльна картина розрахункових і дослідних даних екологічного ризику від забруднення атмосфери золюю

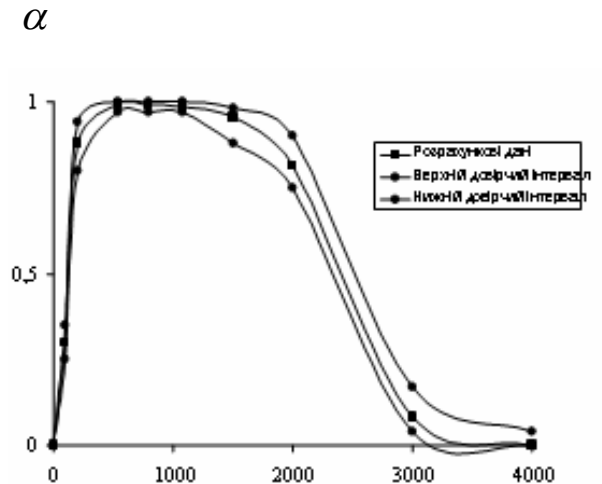


Рисунок 6 – Порівняльна картина розрахункових і дослідних даних екологічного ризику від забруднення атмосфери SO_2

Таблиця 1 – Порівнювальні дослідні й розрахункові дані екологічного ризику $\alpha_j(x)$

Характеристика		Відстань x , м							
		200	540	800	1080	1500	2000	3000	4000
Зола	$p_{зола}$	0,879	1	1	1	0,948	0,844	0,086	0
	$p_{зола1}$	0,8	0,97	0,97	0,97	0,88	0,75	0,04	0
	$p_{зола2}$	0,94	1	1	1	0,98	0,90	0,17	0,04
	$\alpha_{зола}$	0,8794	0,9941	0,9917	0,9848	0,9527	0,8132	0,0833	0
SO_2	p_{SO_2}	0	0,051	0,276	0,328	0,224	0,103	0	0
	p_{SO_21}	0	0,025	0,20	0,23	0,15	0,05	0	0
	p_{SO_22}	0,04	0,12	0,40	0,42	0,33	0,22	0,04	0,04
	α_{SO_2}	0	0,0372	0,2818	0,3696	0,2270	0,0910	0,001	0

Таким чином, порівняння оцінок прогнозних екологічних ризиків від забруднення атмосферного повітря (з урахуванням фону) точковими джерелами з межами довірчих інтервалів дослідно-теоретичних оцінок показує їх збіжність, тобто підтверджено збіжність розробленої в дисертації теорії з дослідними даними.

У п'ятому розділі наведені матеріали щодо впровадження отриманих в дисертації результатів у розробленні розділів «Оцінка впливу на навколишнє середовище» (ОВНС) проектів будівництва і реконструкції окремих об'єктів «Дочірнього підприємства «Вільногорський ДГМК»» і ВАТ «Миколаївський глиноземний завод». Ці проекти пройшли державну експертизу та узгоджені з відповідними органами. На етапі проектування та реконструкції цих об'єктів розроблено рекомендації заходів зі зниження екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря для тих ділянок, де ймовірність, яка визначає розглянутий ризик, враховувалася високою. Матеріали, викладені в дисертації, використані Інститутом проблем природокористування і екології НАН України (м. Дніпропетровськ) під час виконання держбюджетних тем. Означені шляхи використання отриманих наукових наслідків в перспективних дослідженнях проблеми управління екологічним ризиком

ВИСНОВКИ

У дисертації, яка є закінченою науково-дослідною роботою в галузі екологічної безпеки, вирішене нове й актуальне науково-прикладне завдання – прогнозна оцінка екологічного ризику для людини від точкового джерела викидів у атмосферу хімічних і пилових забруднюючих речовин при нормальному функціонуванні джерела, що дозволяє ще на стадії проектування і реконструкції підприємств забезпечити надійний рівень екологічної безпеки.

Наукові й практичні результати, отримані в роботі, полягають у наступному.

1. Розглянуто сучасні підходи до розкриття проблеми оцінки екологічного ризику. Зроблено висновок про те, що в проектах будівництва (реконструкції) підприємств при прогнозуванні необхідно розглядати ризик появи впливу забруднення атмосферного повітря на людину, а не шкідливих ефектів у стані її здоров'я.

Обґрунтовано підходи й методи рішення задачі прогносної оцінки екологічного ризику.

2. Із використанням системного підходу екологічний ризик складної біологічної системи, яка розглядалася як стохастична, визначено через імовірність перевищення антропогенного впливу над узагальненою захищеністю біологічної системи, що виникла під природним впливом у процесі еволюції.

Із використанням стохастичного підходу екологічний ризик для людини від антропогенного забруднення атмосферного повітря визначено як імовірність перевищення хоча б однією концентрацією забруднюючих речовин своєї максимальної разової гранично допустимої концентрації для населених пунктів.

3. На базі отриманих за методом лінеаризації наближених аналітичних закономірностей, що визначають стохастичне векторне поле концентрацій у довільній точці земної поверхні навколо джерела, розроблено математичну модель

поставленого завдання та з використанням відомих методів теорії параметричної надійності отримано інтегральну залежність, яка визначає розглянутий екологічний ризик.

Розроблено методику (алгоритм) аналітичного рішення прогновної оцінки екологічного ризику, яка призначена для використання у розділі "Оцінка впливу на навколишнє середовище" на попередніх етапах проектування підприємств.

4. За методом статистичних випробувань (Монте-Карло) отримані закономірності, що визначають стохастичне векторне поле концентрацій і шуканий екологічний ризик, який при великій кількості статистичних випробувань визначається частотою перевищення концентрації хоча б однієї забруднюючої речовини над максимальною разовою гранично допустимою концентрацією.

Розроблено методику (алгоритм) розглянутого варіанта розв'язання задачі для заключних етапів розроблення проектів будівництва (реконструкції) підприємств, яку апробовано у дослідницькій програмі для ПЕОМ і показано її працездатність.

5. Достовірність запропонованих математичних моделей і розробленої на їх базі методології оцінки екологічного ризику підтверджено за допомогою даних вимірів на натурних об'єктах з використанням вимірів приземних концентрацій забруднюючих речовин (ВАТ «Дніпрококс», м. Дніпропетровск) та з використанням вимірів якості вугілля (ТОВ «Сумитеплоенерго» Сумська ТЕЦ). Результати оцінки екологічного ризику за частотою перевищення концентраціями забруднюючих речовин своїх $ГДК_{МРj}$ з використанням даних вимірів показали збіжність з довірчою імовірністю $\beta = 0,9$ отриманих результатів із прогнозною оцінкою.

6. Розроблену методологію прогновної оцінки екологічного ризику використано під час виконання ОВНС проектів, що дозволило ще на стадії проектування вжити заходів щодо зниження екологічного ризику до допустимих рівнів.

7. Результати роботи використані під час виконання ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» згідно з Програмою щодо зменшення забруднення атмосферного повітря основними підприємствами-забруднювачами м. Дніпропетровська на 2008 – 2015 роки (рішення міської ради від 06.08.08 р. №12/33) госпдоговірної науково-дослідної роботи «Аналіз стану атмосферного повітря, дослідження забруднення від основних джерел викидів у м. Дніпропетровську та обґрунтування напрямків покращання якості повітряного середовища території міста (г/д №547)».

8. Означені шляхи використання отриманих наукових результатів у перспективних дослідженнях проблеми управління екологічним ризиком.

Зокрема, з метою досягнення малого допустимого ризику – це управління проектними параметрами джерела з використанням економіко-математичних методів як на етапах розроблення проектів, так і під час реконструкції підприємств на підставі даних підфакельних вимірів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Разработка стохастической математической модели загрязнений атмосферного воздуха с использованием метода статистических испытаний и ее

применение для оценки экологического риска / [А. В. Артамонова, В. А. Долодаренко, Н. А. Чернобровкина, В. В. Фалько та ін.] // Екологія і природокористування. – 2003. – № 5. – С. 231 – 236.

Здобувачем розроблена стохастична математична модель забруднень атмосферного повітря з використанням методу статистичних випробувань для оцінки екологічного ризику.

2. Применение методов системного анализа, аэродинамики приземного слоя и теории надежности для оценки экологического риска / А. В. Артамонова, В. А. Долодаренко, В. Ю. Каспийцева, И. Ю. Лесникова, В. В. Фалько // Екологія і природокористування. – 2003. – № 6. – С. 194 – 199.

Здобувачем розроблено стохастичну математичну модель прогнозу оцінки ризику з використанням методу лінеаризації функції випадкових аргументів для використання в розділах оцінки впливу на навколишнє середовище проектів будівництва і реконструкції підприємств.

3. Фалько В. В. Уточнение при оценке экологического риска влияния малых случайных отклонений направления ветра на распределение концентраций загрязняющих атмосферный воздух веществ / В. В. Фалько, А. В. Артамонова // Вісник Сумського державного університету. – 2004. – № 13. – С. 92 – 99.

Здобувачем визначені залежності впливу малих відхилень напрямку вітру на щільність розподілу концентрацій забруднюючих речовин.

4. Фалько В. В. Алгоритм компьютерной технологии определения составляющей экологического риска для человека от точечного источника выбросов / В. В. Фалько // Вісник Сумського державного університету. – 2005. – № 9(81). – С. 66 – 76.

5. Фалько В. В. К вопросу оценки экологического риска для человека в проектах строительства предприятий / В. В. Фалько // Вісник Сумського державного університету. – 2006. – № 12(96). – С. 171 – 180.

6. Фалько В. В. Учет оценки составляющей экологического риска от точечного источника выбросов при проведении экологической экспертизы и принятии хозяйственных решений / В. В. Фалько, Л. Д. Пляцук // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету – 2006. – № 5(40) част.1. – С. 102 – 105.

Здобувачем запропоновано використання стохастичної математичної моделі з оцінки екологічного ризику від точкового джерела викидів із використанням методу статистичних випробувань при проведенні екологічної експертизи і прийнятті господарських рішень.

7. Влияние случайных возмущающих факторов внешней среды на концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий химической промышленности / О. А. Артамонова, А. В. Артамонова, В. А. Долодаренко, В. В. Фалько // Вісник Дніпропетровського національного університету. – 2006. – № 8. – С. 140 – 150.

Здобувачем одержані основні лінійні залежності концентрацій забруднюючих речовин від випадкових збурюючих факторів зовнішнього середовища.

8. Фалько В. В. Основные направления в проблеме оценки экологического риска / В. В. Фалько // Вісник Сумського державного університету. – 2007. – № 1. – С. 100 – 111.

9. Фалько В. В. Влияние случайных изменений геометрических проектных параметров точечного источника выбросов загрязняющих веществ на их концентрации в атмосферном воздухе / В. В. Фалько, Л. Д. Пляцук // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2007. – № 5(46) част.1. – С. 158 – 162.

Здобувачем одержані основні лінійні залежності концентрацій забруднюючих речовин від випадкових змін проектних параметрів.

10. Фалько В. В. Алгоритм прогнозной оценки составляющей экологического риска для человека от точечного источника выбросов / В. В. Фалько // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів» – 2008. – № 2(18) – С. 149 – 156.

11. Фалько В. В. Розрахункова складова екологічного ризику з використанням вимірів якості вугілля при забрудненні атмосферного повітря / В. В. Фалько, Л. Д. Пляцук // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2008. – № 5(52). – Част.2. – С. 177 – 179.

Здобувачем визначено прогнозну оцінку екологічного ризику при забрудненні атмосферного повітря викидами ТЕС із використанням вимірів якості вугілля.

12. Фалько В. В. Сходимость прогнозной и опытной оценок экологического риска от точечных источников выбросов / В. В. Фалько, Л. Д. Пляцук, В. А. Долодаренко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2009. – Вип. 36. – С. 408– 414.

Здобувачем доведено збіжність прогновної та дослідної оцінок екологічного ризику від точкових джерел викидів, отриманих із використанням підфакельних вимірів.

13. Долодаренко В. А. Минимизация стоимости очистки выбросов при обеспечении заданного экологического риска от точечного источника / В. А. Долодаренко, Н. В. Валенюк, А. В. Токовенко, В. В. Фалько // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. научн. трудов. – Днепропетровск: ГВУЗ ПГАСА, 2010. – Вип. 52. – С. 49 – 56.

Здобувачем із залученням економіко-математичних методів запропоновано напрямок управління екологічним ризиком шляхом вибору і забезпечення величин мас викидів джерел викидів забруднюючих речовин при проектуванні підприємств, будівель і споруд.

14. Аналитический анализ в задаче оценки экологического риска влияния малых отклонений ветра на плотность распределения концентраций загрязняющих веществ / А. В. Артамонова, В. А. Долодаренко, В. В. Фалько // Безопасность жизнедеятельности в XXI веке, Южно-Украинское отделение МАНЭБ: IV междунар. симпоз, янв. 2004 г. : тезисы докл. // Всеукраинский научно-технический журнал «Технополис» – Днепропетровск, 2004. – С. 89 – 90.

15. Фалько В. В. Зависимость числовых характеристик плотностей распределения поля концентраций вредных веществ от случайного разброса

проектных параметров точечного источника / В. В. Фалько, А. В. Артамонова, В. А. Долодаренко // Наук.-техн. конф. викладачів, співробітників, аспірантів і студентів інженерного факультету СумДУ. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – С. 44 – 47.

16. Фалько В. В. Влияние случайных изменений технологических параметров точечного источника выбросов загрязняющих веществ на их концентрации в атмосферном воздухе / В. В. Фалько, Л. Д. Пляцук, В. А. Долодаренко // Екологія. Економіка. Енергозбереження: V Міжнар. наук.-практ. конф., 14 – 16 трав. 2009 р. : тези доп. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – С. 12 – 14.

17. К вопросу очистки вентиляционных выбросов с учетом обеспечения надежности санитарно-гигиенических нормативов / В. А. Долодаренко, С. З. Полищук, В. Ю. Каспийцева, А. В. Полищук, А. В. Токовенко, В. В. Фалько // Экологические проблемы горно-металлургических регионов. Прогрессивные информационные и технологические решения. «Неделя эколога-2010» : Міжнар. наук. симпоз., 12 – 15 жовт. 2010 р. : тези доп. – Дніпродзержинськ, 2010. – С. 13 – 15.

18. К вопросу управления экологическим риском на предприятии / В. А. Долодаренко, А. В. Полищук, А. В. Токовенко, В. В. Фалько // Математичні проблеми технічної механіки – 2011: міжнар. наук. конф., 13 – 15 квіт. 2011 р.: тези доп. – Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, 2011. – С. 11 – 12.

АНОТАЦІЯ

Фалько В. В. Прогнозна оцінка екологічного ризику від точкового джерела викидів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Сумський державний університет Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Суми, 2012.

Дисертацію присвячено вирішенню нового і актуального завдання у сфері екологічної безпеки – прогнозній оцінці екологічного ризику для людини від викидів в атмосферу забруднюючих речовин точковим джерелом.

При безаварійному функціонуванні джерела внаслідок випадкових змін його проектних параметрів і характеристик навколишнього середовища (збурюючих факторів) виникає можливість перевищення концентраціями забруднюючих речовин максимальних разових гранично допустимих концентрацій. Вона характеризується ймовірністю цієї події і визначає розглянутий екологічний ризик. Використовуючи системний і стохастичний підходи, виділене розглядуване завдання і зроблена його постановка. З метою використання розв'язання завдання на різних етапах проектування підприємств розроблені стохастичні математичні моделі різної складності, які визначають стохастичне поле концентрацій забруднюючих речовин у районі джерела і поле екологічного ризику. Ці моделі використовують метод лінеаризації і метод статистичних випробувань (Монте-Карло). Відповідно до існуючих етапів проектування розроблено методологію прогносної оцінки екологічного ризику від викидів забруднюючих речовин точковим джерелом при

його нормальному функціонуванні. Результати прогнозної оцінки екологічного ризику підтвержені даними експериментів.

Розроблена методологія використовувалася під час розв'язання задачі в розділах ОВНС проектів реальних об'єктів, а отримані наукові результати – під час виконання держбюджетних НДР, господарських НДР і навчальному процесі.

Ключові слова: екологічний ризик, прогнозна оцінка, забруднююча речовина, викид, атмосфера, точкове джерело, концентрація, стохастична математична модель, методологія.

АННОТАЦІЯ

Фалько В. В. Прогнозная оценка экологического риска от точечного источника выбросов. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Сумский государственный университет Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Сумы, 2012.

Диссертация посвящена решению новой и актуальной задачи в области экологической безопасности – прогнозной оценке экологического риска для человека от выбросов в атмосферу загрязняющих веществ точечным источником.

При безаварийном функционировании источника вследствие случайного изменения его проектных параметров и характеристик окружающей среды (возмущающих факторов) возникает возможность превышения концентрациями загрязняющих веществ своих максимальных разовых гранично допустимых концентраций. Она характеризуется вероятностью этого события и определяет рассматриваемый экологический риск. Для оценки экологического риска на разных этапах проектирования предприятий разработаны стохастические математические модели разной сложности по определению стохастическое поле концентраций загрязняющих веществ и поле экологического риска. С использованием метода линеаризации функции случайных аргументов определены концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от точечного источника выбросов, характеристики возмущающих факторов, определяющие случайный разброс проектных параметров источника и характеристик внешней среды, получены приближенные аналитические закономерности, которые определяют стохастическое векторное поле концентраций в любой точке земной поверхности вокруг источника выбросов. С использованием известных методов параметрической надежности получена интегральная зависимость, которая определяет рассматриваемый экологический риск. Впервые разработана методика (алгоритм) аналитического решения прогнозной оценки экологического риска, которая предназначена для использования в разделе «Оценка воздействия на окружающую среду» на предварительных этапах проектирования предприятий, строений и сооружений.

С использованием метода статистических испытаний (Монте-Карло) получены закономерности, определяющие стохастическое векторное поле концентраций и искомый экологический риск, который при большом числе статистических испытаний определяется частотой превышения концентрации хотя бы одного загрязняющего вещества своей максимальной разовой предельно

допустимой концентрации. Они учитывают нелинейность зависимости концентраций загрязняющих веществ от возмущающих факторов. Впервые разработана методика (алгоритм) рассматриваемого варианта решения задачи, которая апробирована в исследовательской программе для ПЭВМ и показала свою работоспособность. Полученные результаты предназначены для заключительных этапов разработки проектов строительства (реконструкции) предприятий, строений и сооружений.

Достоверность предложенных моделей и разработанной на их базе методологии подтверждена с использованием данных измерений. Проведена оценка экологического риска с использованием измерений приземных концентраций загрязняющих веществ (ОАО «Днепрококс», г. Днепропетровск) и оценка экологического риска с использованием измерений качества угля (ООО «Сумытеплоэнерго» Сумская ТЭЦ). Результаты оценки экологического риска по частоте превышения концентрациями загрязняющих веществ своих ПДК_{МРj} по данным измерений показали сходимость с доверительной вероятностью $\beta = 0,9$ полученных результатов с прогнозной оценкой.

Разработанная методология прогнозной оценки экологического риска использовалась при проведении ОВОС проектов реальных объектов, что позволило еще на стадии проектирования принять меры по снижению экологического риска до допустимых уровней, а полученные научные результаты – при выполнении госбюджетных НИР и в учебном процессе.

Ключевые слова: экологический риск, прогнозная оценка, загрязняющее вещество, выброс, атмосфера, точечный источник, концентрация, стохастическая математическая модель, методология.

SUMMARY

Falko V. V. Ecological risk projective estimate of pinpoint emission source. – Manuscript.

The applicant thesis for the Engineering Sciences Candidate degree in specialty 21.06.01 – ecological safety. – Sumy State University Ministry of education and science, youth and sports of Ukraine, Sumy, 2012.

This thesis deals with the solution of the new and urgent task in the ecological safety sphere, that is the ecological risk projective estimate of contaminants emission into the atmosphere from the pinpoint emission source and its' impact towards the human.

The possibility of the highest possible single boundary allowed contaminants concentrations appears on the score of unexpected changes of the source designed parameters and environment characteristics, i.e. inciting factors, while the source accident-free functioning. This possibility is characterized by the occurrence probability and defines the ecological risk considered.

The task under consideration is distinguished and stated through stochastic and systems analysis usage. Various stochastic mathematical models of varied difficulty, defining the contamination concentrations and ecological risk fields within the source region, were devised for the task solution usage on different enterprise projection stages. The linearization and statistical test methods (Monte-Carlo) were used in those models.

The ecological risk projective estimate of pinpoint contaminants emission normally functioning source methodology was elaborated in accordance with the existing projection stages. The elaborated methodology was used for the task solutions in Environmental Impact Assessment sections for real objective projects. The derived results were used for economic contractual issues implementation and educational process.

Key words: ecological risk, projective estimate, contaminant, emission, the atmosphere, pinpoint source, concentration, stochastic mathematical model, methodology.

Підписано до друку 31.08.12

Формат 60x90/16. Ум. друк. арк. 1,1. Обл – вид. арк. 0,9. Наклад 110 прим.
Замовлення №

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.