

УДК 504.05/06

**Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, Прищеп А. М., к.с.-г.н., доцент, Брежицька О. А., к.с.-г.н., асистент кафедри екології, Лашенко О., студентка 5 курсу (магістрант) ФЕП, Нагорна Л., студентка 5 курсу (магістрант) ФЕП (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)**

## **АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ПОРУШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ**

**Досліджені фактори порушення екологічної безпеки урбанізованих та прилеглих територій, встановлені якісні та кількісні показники екологічних ризиків для населення від забруднення атмосферного повітря.**

**Ключові слова: екологічна безпека, екологічний ризик, забруднення, урбанізована територія.**

**Исследованные факторы нарушения экологической безопасности урбанизированных территорий, установлены качественные и количественные показатели экологических рисков для населения от загрязнения атмосферного воздуха.**

**Ключевые слова: экологическая безопасность, экологический риск, загрязнение, урбанизированная территория.**

**Investigational factors of ecological security of the urbanized territories breach, the high-quality and quantitative indexes of ecological risks are set for a population from contamination of atmospheric air.**

**Keywords: ecological safety, ecological risk, contamination, urbanized territory.**

**Формування та розростання урбанізованих територій, як відмічають Білявський Г.О., Данілов-Данільян В.І., Дорогунцов С.І., Качинський А.Б., Кузін О.К., Мойсеев М.Н., Нікітін А.Т., Реймерс М.Ф., Рудько Г.І., Трофімчук О.М., Фролов К.В., Шапар А.Г., Шестопалов В.М., Шмандій В.М., призводить до порушення екологічної безпеки через прояви ряду дестабілізуючих факторів, тобто формування ризиків екологічного характеру, як для природних комплексів, так і для людини. Одним із важливих аспектів даної проблеми є посилення уваги до факторів ризику порушення стану здоров'я окремого індивіда, певної групи осіб і населення міста в цілому, визначення ролі забруднення складових урбоєкосистем.**

Згідно досліджень А.Б. Качинського, І.М. Ляшенко, Б.М. Данилишина, А.В. Степаненка, В.О. Владимірова, В.І. Измалкова, Б.М. Порфир'єва та ін., екологічну безпеку в системі національної безпеки пов'язують у більшій мірі з попередженням та прогнозуванням надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру. Вони відмічають, що надмірна концентрація екологічно небезпечних виробництв, застаріле та неефективне природоохоронне обладнання на завершальних стадіях технологічних ланцюгів, ненадійність технічних систем може стати причиною соціального та політичного напруження як у національному, так і в міжнародному масштабах, що обумовлює актуальність розгляду питання екологічної безпеки. Як правило, ці небезпеки зокрема техногенного характеру зосереджені у містах. Вони посилюються значними змінами урбоєкосистем, через їх перетворення та забруднення основних компонентів. Аналіз попередніх досліджень дозволяє стверджувати про недостатню вивченість та узагальненість умов формування екологічної небезпеки, екологічного ризику, а також проблем управління безпекою, особливо на рівні міста.

**Метою роботи** є аналіз факторів порушення екологічної безпеки урбанізованих територій та оцінювання екологічного ризику для населення.

Об'єктом дослідження є процеси порушення екологічної безпеки та формування екологічного ризику для здоров'я населення урбоєкосистем на прикладі міста Рівне.

Методи дослідження: ретроспективний аналіз, методи абстракції, теоретичного моделювання.

**Основою життєдіяльності міста** є його урбоєкосистема, яка складається з природного й техногенного середовища та населення. Аналіз літературних джерел показав, що якщо тривалий час визначення екологічної безпеки було зведене до порівняння рівня забруднення з гранично допустимими значеннями концентрації шкідливих речовин (скиду, викиду тощо), то в останні роки все більша увага приділяється концепції екологічного ризику [1, 2, 3]. Основними елементами сучасної оцінки екологічної безпеки є оцінка ризику через небезпеку та облік ймовірності негативного впливу різних рівнів антропогенних факторів навколишнього середовища [4]. Так, за визначенням В. Маршалла [5], ризик – це частота реалізації небезпеки; Е. Дж. Хенлі, Х. Кумамото [6] ризик розглядають як імовірність людських і матеріальних збитків чи ушкоджень. В останні роки такий підхід стає визначальним у визначенні термінів «ризик» та «небезпека» [3].

Дослідження екологічної безпеки, виявлення екологічних криз в урбоєкосистемах має велике значення при розробці першочергових заходів екологічної стабілізації урбанізованих території та переходу їх до сталого розвитку. Тому першочерговим завданням досліджень є проведення ідентифікації факторів ризику, які можуть призвести до порушення екологічної безпеки населення урбоєкосистеми м. Рівне та прилеглої до неї агросфери.

Аналіз природних умов показав, що природні фактори, які постійно діють на території міста певним чином формують і відображають його стан, при

цьому їх вплив на різних ділянках проявляється різним чином. Для міста характерна досить висока вологість повітря, помірні температури, значна кількість атмосферних опадів. Мікроклімат території змінений. Абсолютні висоти території м. Рівного змінюються в широких межах (182-248 м). Найвищі вершини знаходяться на західних, східних і північних околицях міста, або навіть і за його межами. У той же час більша частина міста (у тому числі і центральна) характеризується пониженими відносними висотами, що несприятливо впливає на характер розсіювання забруднюючих речовин, спричиняє їх підвищену акумуляцію елементами ландшафту. На території міста широко розповсюджені техногенні форми рельєфу, що значно ускладнюють геоморфологічні умови території (відпрацьовані та діючі кар'єри, численні насипи та дамби, обвалування полів фільтрації, воронки і западини техногенного походження, канали, штучні водойми тощо). Останнім часом досить поширеними стають у межах міст несприятливі геологічні процеси, зокрема водна ерозія (переважання площинного змиву, вибіркове і локальне яроутворення), локальне заболочування заплав, просадки лесових відкладів, суфозія [7].

**При проведенні ідентифікації факторів ризику** нами встановлено, що природними факторами порушення екологічної безпеки урбоекосистеми є:

- 1) геологічні небезпечні явища ендегенного характеру, до яких відносимо незначні землетруси, що не мають руйнівної дії,
- 2) геологічно небезпечні явища екзогенного характеру, такі як незначні зсуви, просадки земної поверхні та карсти;
- 3) усі види метеорологічних небезпечних явищ, які виникають впродовж року та наносять значні втрати населенню та народному господарству;
- 4) гідрологічні небезпечні явища, що супроводжують підтоплення значної частини міста;
- 5) природні пожежі, які виявляються на природних заплавах річки Устя.

Найчастіше проявляються метеорологічні та гідрологічні небезпечні явища.

На формування екологічної безпеки міста величезний вплив здійснюють техногенні фактори. Підприємства в межах Рівного розміщені більш-менш компактно, утворюючи п'ять промислових зон [7]. Майже усі підприємства міста належать до IV і V класу шкідливості за винятком ПАТ «Рівнеазот», ПАТ «Рівненський ливарний завод», ПАТ «Завод технопривод», які належать до I класу шкідливості і розташовані за межами міста в с. Городок, та мають вирішальний вплив при забрудненні довкілля прилеглої до міста агросфери. Решта підприємств дисперсно розкидані на околицях міста, оточуючи місто з усіх сторін. Значна частина підприємств опинилися у межах житлових масивів (підприємства IV і V класу шкідливості), як наслідок стихійної урбанізації та відсутність чітких меж і напрямків розростання міста в середині XX століття, у деяких з них відсутні санітарно-захисні зони із дерево-чагарниковою рослинністю.

Аналіз екологічних чинників техногенного характеру показав, що є ймовірність порушення екологічної безпеки міста через прояв техногенних надзвичайних ситуацій, частота їх прояву не однакова. Найчастіше відбувалися аварії на системах життєзабезпечення, спрацювання аварійної системи на АЕС. Для міста характерні радіаційні ризики зумовлені двома атомними станціями: Рівненською (відстань від РАЕС до м. Рівне 156 км) та Хмельницькою (відстань від ХАЕС до м. Рівне 42 км). Житлово-комунальне господарство міста характеризується зношеністю на 60-90% основних фондів: морально та фізично застарілий верстатний парк; знос водопровідно-каналізаційних мереж міста (50%). Особливо небезпечним щодо екологічного впливу є каналізаційний напірний колектор [8].

Все більшої гостроти набуває проблема забруднення навколишнього природного середовища викидами та скидами забруднюючих речовин, відходами виробництва та споживання природних ресурсів. З кожним роком зростає кількість утворення твердих промислових відходів III класу безпеки, твердих побутових відходів. Як наслідок формується напружена екологічна ситуація в певних районах міста, про яку свідчать наші попередні біоіндикаційні дослідження. Так у м. Рівне 50% території є екологічно безпечною для жителів, 34% помірно безпечною і лише 16% – безпечною [9-10]. Екологічна ситуація урбоекосистеми з кожним роком погіршується і найбільшого впливу зазнає повітряний басейн міста. Як наслідок, надходження шкідливих речовин спостерігається збільшення індексу забруднення атмосферного повітря (ІЗА), який обумовлений підвищенням середньорічного вмісту фенолу, фтористого водню та формальдегіду. Загальний рівень забруднення атмосферного повітря в м. Рівне за значенням ІЗА становить 11,45 і оцінюється як високий. Атмосферне забруднення, яке розглядалось ще донедавна як фактор, що створює дискомфортні умови, сьогодні корелює із захворюваністю і смертністю населення, та спричиняє формування ризиків для жителів урбанізованих територій.

Використовуючи дані моніторингових спостережень за вмістом забруднюючих речовин у м. Рівне, які проводилися Рівненським обласним центром з гідрометеорології на 3 постах спостереження (район автостанції «Чайка», залізничного вокзалу та при виїзді з Рівного до м. Луцьк), нами визначено, речовини, які перевищили ГДК: пил нетоксичний, діоксид азоту, фенол, фтористий водень, формальдегід. Використовуючи загальноприйняту методика [11], для цих речовин було розраховано ймовірний ризик для здоров'я людини, а також сумарний ризик для усіх речовин.

Для цього на основі багаторічних спостережень за вмістом хімічних речовин в атмосферному повітрі визначили пріоритетні не канцерогенні хімічні речовини, які в найбільшій мірі формують величину не канцерогенного ризику для здоров'я населення м. Рівне. З цією метою розрахували рангові індекси неканцерогенної активності всіх хімічних речовин, що забруднюють атмосферне повітря міста, провели аналіз інформації про їх токсичність, фізико-

хімічні властивості, валові викиди та концентрації їх в атмосферному повітрі, а також проаналізували міжнародні переліки найбільш небезпечних хімічних речовин в атмосферному повітрі, розроблені Комісією Європейського Товариства та Агентством США з охорони навколишнього середовища. Встановили, що пріоритетними не канцерогенними хімічними речовинами, які забруднюють атмосферне повітря м. Рівне, є діоксид азоту, фенол, фтористий водень та формальдегід.

Визначили маршрут впливу пріоритетних хімічних речовин на населення міста: джерелами надходження речовин в атмосферне повітря є промислові підприємства та автотранспорт, середовищем надходження і трансформації – атмосферне повітря м. Рівне.

Розрахунок сумарних індексів неканцерогенної небезпеки (НІ) для здоров'я населення проводили з урахуванням критичних органів та систем організму, які в першу чергу зазнають негативного впливу пріоритетних речовин. Вважають, що найбільш імовірним типом комбінованої дії компонентів суміші є сумація. Характеризуючи величину неканцерогенного ризику для здоров'я населення міста врахували, що при  $HQ \leq 1$  ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий; якщо ж  $HQ > 1$ , то імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає, пропорційно збільшенню  $HQ$  [11].

Результати розрахунків показали, що найбільший неканцерогенний ризик спостерігається від фенолу ( $HQ=1,516$ ) (критичні органи/системи – серцево-судинна система, нирки, ЦНС, печінка); та формальдегіду ( $HQ=1,4$ ) (критичні органи/системи – органи дихання, імунна система). Зневажливо малий неканцерогенний ризик для здоров'я обумовлюють діоксид азоту ( $HQ=0,875$ ) та фтористий водень ( $HQ=0,53$ ). Сумарний ризик забруднюючих речовин становить – 4,321, тобто формується значна ймовірність розвитку захворювання населення міста.

Разом з тим нами визначено пріоритетні канцерогенні речовини, які в найбільшій мірі визначають наявний канцерогенний ризик для здоров'я населення міста Рівне. Пріоритетність канцерогенних речовин оцінили на основі вивченої інформації про канцерогенність, фізико-хімічні властивості, рангові індекси канцерогенної активності, валові викиди та середньорічні концентрації хімічних речовин в атмосферному повітрі міста. Додатково використали інвентарний перелік емісій хімічних речовин, розроблений Агентством США з охорони навколишнього середовища та Комісією Європейського Товариства. Встановили, що пріоритетними канцерогенними хімічними речовинами, які в найбільшій мірі формують величину канцерогенного ризику для здоров'я населення м. Рівне, є формальдегід.

Характеристика канцерогенного ризику для здоров'я населення м. Рівне включала розрахунок індивідуального, сумарного та популяційного канцерогенних ризиків. У процесі характеристики ризику орієнтувалися на систему критеріїв прийнятності рівня ризику, рекомендовану в публікаціях ВООЗ. Ро-

зрахунок індивідуального канцерогенного ризику проводили шляхом множення фактору канцерогенного потенціалу пріоритетної хімічної речовини на середню добову дозу впливу її на організм людини при інгаляційному шляху надходження з атмосферним повітрям. Отже, за класифікацією рівнів ризику ВООЗ розрахований канцерогенний ризик буде низьким ( $2,4 \cdot 10^{-5}$ ), тобто допустимим для здоров'я населення, за результатами розрахунку величина популяційного ризику становить 5,98.

**Таким чином, аналіз складових міського середовища** дав змогу виявити потенційні небезпеки для міської екосистеми, її жителів, джерела небезпек, а також визначити необхідність розробки управлінських дій для підтримання екобезпеки на належному рівні, та мінімізації екологічних ризиків, які в свою чергу необхідно включати у місцевий план дій з охорони довкілля та стратегію сталого розвитку міста. Для покращання екологічного стану міста, зменшення екологічних ризиків для населення необхідно провести систему організаційних, інженерних, інженерно-фітомеліоративних, меліоративних заходів. До першочергових віднести ті, котрі направлені на зменшення надходжень забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

1. Аникиев В. В. Интегральный критерий экологической безопасности / В. В. Аникиев, П. В. Захарова // Геоинформатика. – 2002. – № 1. – С. 18-24. 2. Сокол А. Наука об'єктивної необхідності / А. Сокол // Моряк. – № 47. – 27.11.2003. 3. Руденко С. В. Екологічна безпека техногенно навантажених урбанізованих екосистем. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук / С. В. Руденко. – Миколаїв, 2007. 4. Preston D. L. Epicure Hirosoft International Corp. / D. L. Preston, J. H. Lubin, D. A. Pierce. – Seattle, 1988-1992. 5. Хенли Э. Дж. Надёжность технических систем и оценка риска / Э. Дж. Хенли, Х. Кумамото. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с. 6. Маршалл В. Основные опасности химических производств / В. Маршалл. – М.: Мир, 1989. – 672 с. 7. Мольчак Я. О. Рівне: природа, господарство та екологічні проблеми / Я. О. Мольчак, М. О. Клименко, В. О. Фесюк, І. І. Залеський. – Рівне: НУВГП, 2008. – 314 с. 8. Звіт про стан довкілля в Рівненській області, 2010. 9. Клименко М. О. Районування територій населених пунктів за екологічними ризиками / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. Р. Хомич, Л. В. Клименко, О. А. Брежицька // Вісник Кременчуцького національного університету. Збірник наукових праць. – Випуск 2. Ч. 1 (67). – 2011. 10. Клименко М. О. Оцінювання екологічного стану міста Рівне за біоіндикаційними дослідженнями / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. Р. Хомич // Збірник тез доповідей 3-го Міжнародного екологічного форуму «Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета» 17-18 листопада 2011 р., м. Херсон. 11. Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» / МОЗ; наказ № 184 від 13.04.2007 р. – К., 2007. – 28 с.

Рецензент: д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології та збалансованого природо-користування РДГУ Лико Д.В.