

УДК 504.06; 504.3.054; 614.72

МАКСИМІННИЙ КРИТЕРІЙ В ОСНОВІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПО ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

ХВОРОСТ М. В.¹, *д.т.н., проф.*,
ДАНОВА К. В.², *к.т.н., доц.*,
МАЛИШЕВА В. В.³, *ас.*

¹ Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна, 61002, м. Харків, Куликівський узвіз, 12, e-mail: bgd@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-2606-8228

² Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна, 61002, м. Харків, Куликівський узвіз, 12, e-mail: bgd@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1994-703X

³ Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна, 61002, м. Харків, Куликівський узвіз, 12, e-mail: bgd@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5849-8206

Анотація. Постановка проблеми. Якість атмосферного повітря на приміагістральних територіях обумовлюється рівнями інгредієнтно-параметричного забруднення, на зростання яких впливають як параметри транспортного потоку, так і фактори навколишнього середовища. Хімічні речовини, що потрапляють в повітря приміагістральних територій, негативно впливають на здоров'я мешканців сельбищної зони. Тому питання аналізу впливу інгредієнтно-параметричного забруднення автотранспортних потоків на навколишнє середовище та розробка ефективної системи прийняття рішень по захисту атмосферного повітря приміагістральних територій є актуальним. **Аналіз публікацій та формулювання мети досліджень.** Прийняття рішень стосовно захисту сельбищної зони має базуватися на урбаністичних, логістичних та екологічних передумовах та формувати ефективну систему управління захистом навколишнього середовища. Також система прийняття рішень захисту сельбищної зони від інгредієнтно-параметричного забруднення має базуватися на результатах оцінки ризику для навколишнього середовища від впливу автомобільних доріг (Environmental Risk), який включає в себе як ризик для здоров'я людини (Human Health Risk), так й екологічний ризик (Ecological Risk). Використання результатів цієї оцінки дозволить здійснювати ефективне управління безпекою навколишнього середовища та розробляти дієві технології його захисту. **Результати.** Застосування максимінного критерію при прийнятті управлінських рішень по захисту навколишнього середовища від інгредієнтно-параметричного забруднення автомобільної дороги є виправданим, оскільки суттєво зменшується величину ризику помилкових дій.

Ключові слова: навколишнє середовище, інгредієнтно-параметричне забруднення, ризик, автомобільна дорога

МАКСИМИННЫЙ КРИТЕРИЙ В ОСНОВЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

ХВОРОСТ Н. В.¹, *д.т.н., проф.*,
ДАНОВА К. В.², *к.т.н., доц.*,
МАЛЬШЕВА В. В.³, *асс.*

¹ Кафедра охраны труда и безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, Украина, 61002, г. Харьков, Куликовский спуск, 12, e-mail: bgd@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-2606-8228

² Кафедра охраны труда и безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, Украина, 61002, г. Харьков, Куликовский спуск, 12, e-mail: bgd@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1994-703X

³ Кафедра охраны труда и безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, Украина, 61002, г. Харьков, Куликовский спуск, 12, e-mail: bgd@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5849-8206

Аннотация. Постановка проблемы. Качество атмосферного воздуха на приміагістральных территориях обуславливается уровнями ингредиентно-параметрического загрязнения, на рост которых влияют как параметры транспортного потока, так и факторы окружающей среды. Химические вещества, попадающие в воздух приміагістральных территорий, негативно влияют на здоровье жителей сельтебной зоны. Поэтому вопрос анализа влияния ингредиентно-параметрического загрязне-

ния автотранспортных потоков на окружающую среду и разработка эффективной системы принятия решений по защите атмосферного воздуха примагистральных территорий являются актуальными. *Анализ публикаций и формулирование цели исследований.* Принятие решений по защите селитебной зоны должно базироваться на урбанистических, логистических и экологических предпосылках и формировать эффективную систему управления защиты окружающей среды. Также система принятия решений защиты селитебной зоны от ингредиентно-параметрического загрязнения должна базироваться на результатах оценки риска для окружающей среды от воздействия автомобильных дорог (Environmental Risk), который включает в себя как риск для здоровья человека (Human Health Risk), так и экологический риск (Ecological Risk). Использование результатов этой оценки позволит осуществлять эффективное управление безопасностью окружающей среды и разрабатывать действенные технологии по ее защите. *Результаты.* Применение максиминного критерия при принятии управленческих решений по защите окружающей среды от ингредиентно-параметрического загрязнения автомобильной дороги является оправданным, поскольку существенно снижается величина риска ошибочных действий.

Ключевые слова: окружающая среда, ингредиентно-параметрическое загрязнение, риск, автомобильная дорога

A MAXIMIN CRITERION IN THE DECISION-MAKING BASIS FOR THE PROTECTION OF THE ENVIRONMENT FROM THE HARMFUL EFFECTS OF THE ROAD

KHVOROST M. V.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
DANOVA K. V.², *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*,
MALYSHEVA V. V.³, *assistant*

¹ Occupational and Life Safety Department, O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine, 61002, Kulikovskiy uzviz, 12, e-mail: bgd@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-2606-8228

² Occupational and Life Safety Department, O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine, 61002, Kulikovskiy uzviz, 12, e-mail: bgd@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1994-703X

³ Occupational and Life Safety Department, O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine, 61002, Kulikovskiy uzviz, 12, e-mail: bgd@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5849-8206

Abstract. Problem statement. The quality of atmospheric air on territories, which are situated near to the highways depends on the levels of ingredient and parametric pollution, the growth of which depends on both traffic flow parameters and environmental factors. Chemicals, which get into the air of the territories, which are situated near to the highways, negatively affect on the health of inhabitants of dwelling zones. So the issue of analysis of the impact of ingredient and parametric pollution of automobile flows on the environment and development an effective system of decision-making on protection of the atmospheric air of the territories, which are situated near to the highways, is relevant. **Analysis of publications and statement of purpose of research.** Decisions on protection of dwelling zones should be based on urban, logistic and environmental conditions and to form effective control system of environmental protection. Also, the decision-making system for the protection of dwelling zones from the ingredient and parametric pollution should be based on the results of the risk assessment to the environment from the impact of highways (Environmental Risk), which involves the risk for human health (Human Health Risk) and environmental risk (Ecological Risk). Using the results of this assessment will allow to implement the effective security control of environment and to develop effective techniques for its protection. **Results.** The use of a maximin criterion in management decisions for the protection of the environment from the ingredient and parametric pollution from the highway is justified because the magnitude of the risk of erroneous actions is significantly decreases.

Key words: environment, ingredient and parametric pollution, risk, highway

Постановка проблеми

Законодавство України закріплює права мешканців на здорові та безпечні умови життя й діяльності. В Конституції України зазначено, що забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, є обов'язком держави (ст. 16); кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля (ст. 50).

Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів [1], які прийняті відповідно до Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» визначають, що відстань від бровки автомобільних доріг загальної мережі категорій I, II, III до житлової забудови повинна становити не менш ніж 100 м, для доріг IV

категорії – 50 м при забезпеченні на відповідних територіях гігієнічних нормативів якості атмосферного повітря та рівнів шуму. Однак зараз у більшості великих міст спостерігається тенденція до нехтування забудовниками цієї вимоги та зведення житлових будинків в безпосередній близькості до автомобільної дороги.

Якість атмосферного повітря на примагистральних територіях обумовлюється рівнями інгредієнтно-параметричного забруднення, на зростання яких впливають як параметри транспортного потоку, так і фактори навколишнього середовища.

Згідно даних, що наведені Державною службою статистики України [2], у 2015 р. в нашій країні внаслідок експлуатації транспортних засобів до атмосферного повітря потрапило 1663,9 тис. т. забрудню-

ючих речовин, в тому числі 1207,8 тис. т. оксиду вуглецю; 220,6 сполук азоту; 178,5 тис. т. неметанових летких органічних сполук; 23,7 тис. т. діоксиду та інших сполук сірки; тобто в середньому на одну особу припадає близько 40 кг забруднюючих речовин за рік.

Хімічні речовини, що потрапляють в повітря примагістральних територій, негативно впливають на здоров'я мешканців, про що свідчать численні дослідження як вітчизняних, так і закордонних вчених [3-7]. Встановлено, що поєднання інгредієнтного забруднення, яке представлено первинними забруднювачами – оксидом вуглецю, неметановими леткими органічними сполуками, оксидом азоту, діоксидом сірки, діоксидом азоту, поліциклічними ароматичними вуглеводнями, твердими частками (РМ) та вторинними забруднювачами, у поєднанні із параметричним забрудненням, що представлено переважно шумом, призводить до підвищення рівнів захворюваності населення мегаполісів, зокрема мешканців примагістральних територій, та створює передумови до виникнення стійких функціональних зрушень та появи важких захворювань.

Особливістю впливу хімічних речовин та сполук є також віддаленість наслідків для здоров'я людини, що значно ускладнює питання виявлення та профілактики захворювань.

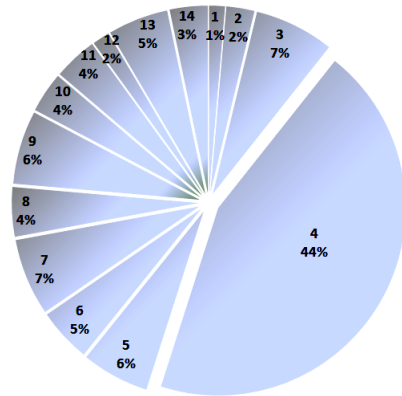


Рис. 1. Статистика захворюваності населення України в 2015 р./ Statistics population morbidity in Ukraine in 2015: 1 – новоутворення; 2 - хвороби нервової системи; 3 - хвороби системи кровообігу; 4 - хвороби органів дихання; 5 - хвороби шкіри та підшкірної клітковини; 6 - хвороби кістково-м'язової системи і сполучної тканини; 7 - хвороби сечостатевої системи; 8 - хвороби органів травлення; 9 - травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин; 10 - деякі інфекційні та паразитарні хвороби; 11 - хвороби вуха та соскоподібного відростка; 12 - хвороби ендокринної системи, розладу харчування; 13 - хвороби ока та придаткового апарату; 14 - інші хвороби

На рис. 1 наведено структуру захворюваності населення за даними Держстату у 2015 р. З діаграми видно, що захворювання органів дихання становлять 44 % загальної захворюваності населення, що підкреслює важливість питання розробки ефективної системи прийняття рішень по захисту атмосферного повітря на примагістральних територіях.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначає проблему забруднення повітря міст як пріоритетну, оскільки масштаби впливу забруднюючих речовин на людей є надзвичайними: за даними ВООЗ кожен рік понад 2 млн. людей передчасно вмирають внаслідок впливу забрудненого повітря міст [8].

Тому питання аналізу впливу інгредієнтно-параметричного забруднення автотранспортних потоків на навколишнє середовище та розробка ефективної системи прийняття рішень по захисту атмосферного повітря примагістральних територій є актуальним.

Аналіз публікацій

Проблема негативного впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище є актуальною як для нашої країни, так і для країн Європейського союзу. Підраховано, що європейська економіка щорічно втрачає близько 100 млрд. євро або 1 % сумарного ВВП усіх країн завдяки забрудненню навколишнього середовища, підвищенню рівня захворюваності населення [9].

Прийняття рішень стосовно захисту навколишнього середовища має виходити з міркувань як екологічного, так й урбаністичного та логістичного характеру. При цьому необхідно враховувати, що має бути визначений певний баланс між потребами міського населення в мобільності, під якою розуміється можливість переміщуватися містом з мінімальними витратами часу, ефективною логістикою вантажних перевезень та рівнями інгредієнтно-параметричного забруднення, яке утворюється транспортним потоком. Досягнення вимог екологічних директив може бути здійснено лише за рахунок формування системи прийняття рішень за умови ефективного використання вулично-дорожньої мережі.

В роботі [9] проведено аналіз ефективності рішень по захисту навколишнього середовища від впливу автомобільних доріг на прикладі 36 міст Польщі на основі анкетного опитування та статистичної обробки отриманих результатів шляхом багатомірного аналізу відповідностей та побудови матриці Берта. В результаті зроблено висновок, що 80 % реалізованих проектів призвели до зниження інгредієнтного забруднення та 20 % до зниження параметричного забруднення в містах, що прийняли участь в опитуванні. Однак більшість проектів торкалася, в основному, обмеження доступу вантажних автомобілів до деяких районів міст. Певна кількість реалізованих проектів спрямована на зменшення часу простою транспортних засобів. Таким чином, зниження рівнів інгредієнтно-параметричного забруднення не було кінцевою метою, тобто усі проекти мали суто транспортний аспект. Це при тому, що в Польщі індекс зростання внутрішніх вантажоперевезень складає 140 % та майже так само зростає рівень автомобілізації, що обумовлює необхідність прийняття дієвих рішень по захисту навколишнього середовища.

Розробка проекту транспортного коридору в Австралії [10] здійснювалася на основі аналізу можливих

соціально-економічних та екологічних наслідків для регіонів, території яких задіяні в проєкті. В результаті встановлено вплив обсягів очікуваного трафіку (з урахуванням складу автотранспортних засобів) на рівень забруднення повітряного середовища, визначено рівні «пікового» рівня та зроблено висновок, що за цих умов рівні забруднення не перевищуватимуть допустимих рівнів.

Наведені приклади демонструють багатоаспектність впровадження системи прийняття рішень з урахуванням питань захисту навколишнього середовища.

Мета дослідження

Поєднання інгредієнтного забруднення, що формується автомобільними викидами, із параметричним, яке утворюється завдяки акустичній емісії транспортного потоку, призводить до підвищення рівня загальної захворюваності населення приміагістральних територій, зниження якості життя в цілому, а також створює значне екологічне навантаження на навколишнє середовище в зоні впливу автомобільних доріг.

Прийняття рішень щодо захисту сельбищної зони від інгредієнтно-параметричного забруднення має базуватися на результатах оцінки ризику для навколишнього середовища від впливу автомобільних доріг (Environmental Risk), який включає в себе як ризик для здоров'я людини (Human Health Risk), так й екологічний ризик (Ecological Risk). Використання результатів цієї оцінки дозволить здійснювати ефективне управління безпекою навколишнього середовища та розробляти дієві технології його захисту.

Основний зміст

Система «автомобільна дорога – навколишнє середовище – людина» (АНЛ) являє собою складну систему, яка може розглядатися як:

1) відкрита, що пов'язано із активним та безпосереднім впливом навколишнього середовища на рівень інгредієнтно-параметричного забруднення в повітряному середовищі сельбищної зони;

2) стохастична, що впливає з того, що в якості вхідних елементів розглядаються параметри автотранспортного потоку;

3) динамічна, оскільки відбувається постійна зміна вхідних параметрів;

4) інерційна, що виражається в наявності певного часового інтервалу між впливом інгредієнтно-параметричного забруднення на навколишнє середовище та людину;

5) така, що самоорганізується, оскільки упродовж тривалого впливу інгредієнтно-параметричного забруднення на навколишнє середовище можуть спостерігатися адаптивні зміни з боку останнього, що також стосується й мешканців сельбищної зони (за умови достатнього часу експозиції).

Метою дослідження системи АНЛ є встановлення взаємозв'язків між її підсистемами з подальшим

визначенням оптимальних шляхів керування процесами даної системи задля зменшення шкідливого впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище та обґрунтування ефективності технологій його захисту.

В загальному вигляді множина АНЛ може бути записана у вигляді:

$$P \supset A \cup B \cup C,$$

де А – множина, що утворена сукупністю параметрів, які характеризують транспортний потік;

В – множина, що утворена сукупністю параметрів, які характеризують навколишнє середовище;

С – множина, що утворена сукупністю ознак, які характеризують населення сельбищної зони.

Дослідження системи АНЛ можливо проводити окремо за двома напрямками: 1) за інгредієнтним забрудненням; 2) за параметричним забрудненням. Це пов'язано з тим, що в першому випадку система АНЛ розглядається як відносно відкрита та інерційна; на відміну від другого випадку, коли система є динамічною та відгук отримується в стислий проміжок часу безпосередньо після впливу.

З іншого погляду, параметричному забрудненню також притаманні кумулятивні властивості на людину, тому з цього погляду можливим є об'єднання в загальний план дослідження.

Слід зазначити, що властивості кумуляції інгредієнтного і параметричного забруднення все ж відрізняються.

Системі АНЛ притаманна поступова інерційність, що виражається в кумуляції в атмосфері інгредієнтного забруднення крізь певний проміжок часу та утворення концентрації шкідливих хімічних речовин, яка є шкідливою для людини. Змінам в стані здоров'я мешканців сельбищної зони, прилеглої до автомобільної дороги, передують утворення «стану насичення» навколишнього середовища, що характеризується стабілізацією стану перевищення концентрації інгредієнтного забруднення в повітрі гранично допустимих значень та існування такого стану упродовж певного проміжку часу.

Таким чином, час початку дії інгредієнтного забруднення автомобільної дороги на людину визначається як

$$t_C = t_{C_1} + t_{C_2}, \quad (1)$$

де t_{C_1} – час утворення «стану насичення» навколишнього повітряного середовища поблизу автомобільної дороги;

t_{C_2} – час експозиції інгредієнтного забруднення на людину.

На відміну від інгредієнтного, параметричне забруднення не носить такий поступовий характер і «стан насичення» настає безпосередньо в організмі людини, не змінюючи при цьому навколишнє атмосферне середовище

$$t_L = t_{Lp},$$

де t_{Lp} – час експозиції параметричного забруднення на людину.

Особливістю системи АНЛ є те, що вона не може бути принципово орієнтована на підвищення ефективності свого існування, а лише на її життєздатність шляхом мінімізації ризиків.

Також, однією з основних особливостей системи АНЛ є те, що зміна рівнів інгредієнтно-параметричного забруднення є неконтрольованою, оскільки, як зазначено вище, система є відносно відкритою та, внаслідок взаємодії з оточуючим середовищем, неконтрольованою. Тому пошук оптимального рішення відбувається за умови зростання ентропії.

Під оптимальним рішенням розуміється стан системи АНЛ, за якого вплив інгредієнтно-параметричного забруднення автомобільної дороги на навколишнє середовище та мешканців є мінімальним при максимальних значеннях параметрів транспортного потоку. Тобто, задача дослідження зводиться до пошуку альтернатив та вибору $\langle X, opt \rangle$, де X – множина альтернатив при прийнятті рішення, яка вибрана із загальної множини за певним принципом оптимальності.

Основними етапами вирішення даної задачі є формування множини альтернативних рішень X , формулювання критеріїв вибору K та вирішення задачі вибору.

Система АНЛ включає в себе навколишнє середовище, яке має певні характеристики m , $m \in M$, які можуть чинити як сприятливий, так і несприятливий вплив на систему та є непередбачуваними.

У випадку, якщо прийняти, що метеорологічні характеристики повітря поблизу автомобільної дороги M є неконтрольованими, а $M \in B^*$, де B^* – певна множина, загальний критерій прийняття рішень залежить від M

$$K = K(x, M),$$

та умови прийняття рішень визначаються критерієм максимінності, тобто вибором найкращої альтернативи з найгірших варіантів, тобто

$$x' = \arg \max_{x \in X} \min_{M \in B^*} K(x, M), \quad (2)$$

де $K(x, M)$ – загальний критерій, який формується частковими критеріями.

За такого підходу, при будь-яких метеорологічних умовах (сприятливих чи несприятливих в аспекті розповсюдження інгредієнтно-параметричного забруднення) гарантовано отримується критерій не менш ніж

$$\min_{M \in B^*} K(x, M)$$

що зменшує величину ризику при прийнятті рішень.

Цей підхід є раціональним, оскільки, в будь-якому випадку, мета повного припинення дії інгредієнтно-параметричного забруднення на навколишнє середовище та сельбищну зону за умови існування автомобільної дороги та руху по ній автотранспорту є принципово недосяжною.

Висновки

Пошук ефективних алгоритмів прийняття рішень по захисту навколишнього середовища поблизу автомобільних доріг в умовах невизначеності є важливим завданням, оскільки актуальність вирішення цього питання збільшується в міру зростання рівнів автомобілізації та частки вантажних перевезень вулицями мегаполісів.

Багатоаспектність питання пошуку оптимального рішення з урахуванням як екологічних, так і логістичних аспектів, вимагає пошуку обґрунтованих критеріїв. Прикладом цього є максимінний критерій, який дозволяє зменшити ризик прийняття нераціонального рішення в умовах невизначеності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 р. N 173). – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96/page>
2. Звіти Державної служби статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Ting Xiaa, Monika Nitschkeb, Ying Zhancg, Pushan Shahd, Shona Crabba, Alana Hansena. *Traffic-related air pollution and health co-benefits of alternative transport in Adelaide, South Australia*. Environment International Volume 74, January 2015, pp. 281-290. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412014002980> (in English).
4. Rui Chena, Bin Hua, Ying Liua, Jianxun Xua, Guosheng Yangb, Diandou Xub, Chunying Chen. *Beyond PM2.5: The role of ultrafine particles on adverse health effects of air pollution*. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – General Subjects Volume 1860, Issue 12, December 2016, pp. 2844-2855 SI: Air Pollution – Air Pollution: Biochemical Aspects. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304416516300745> (in English).
5. Marko Tainioa, Audrey J. de Nazelleb, Thomas Götschic. *Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking?* Preventive Medicine Volume 87, June 2016, pp 233-236. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091743516000402> (in English).
6. Xavier Morellia, Camille Rieuxb, Josef Cyrusd. *Air pollution, health and social deprivation: A fine-scale risk assessment*. Environmental Research Volume 147, May 2016, pp. 59-70. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935116300287> (in English).
7. Insa Kortena, Kathryn Ramseyc, Philipp Latzin. *Air pollution during pregnancy and lung development in the child*. Paediatric Respiratory Reviews. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526054216300823> (in English).
8. Nurul Ashikin Bte Mabawhi, Oliver Ling Hoon Leh, Dasimah Omar. *Human Health and Wellbeing: Human health effect of air pollution*. Procedia – Social and Behavioral Sciences 153 (2014), pp 221-229. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814054986> (in English).
9. Maja Kiba-Janiaka, Katarzyna Chebab. *How Local Authorities are Engaged in Implementation of Projects Related to Passenger and Freight Transport in Order to Reduce Environmental Degradation in the City*. 1st International Conference Green Cities 2014 – Green Logistics for Greener Cities. Available at:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814054561> (in English).

10. Jayantha Withanaarachchia, Sujeeva Setunge. *Decision making on transport network planning and the impact on community, economy and the environment*. 4th International Conference on Building Resilience, Building Resilience 2014, 8-10 September 2014, Salford Quays, United Kingdom. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114010144> (in English).

REFERENCES

1. Derzhavni sanitarni pravyla planuvannya ta zabudovy naselenykh punktiv [Nakaz Ministerstva okhorony zdorov"ya Ukrainy vid 19 chervnya 1996 r. N 173]. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96/page> (in Ukrainian).
2. Zvity Derzhavnoyi sluzhby statystyky Ukrainy. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96/page> (in Ukrainian).
3. Ting Xiaa, Monika Nitschkeb, Ying Zhanc, Pushan Shaahd, Shona Crabba, Alana Hansena. *Traffic-related air pollution and health co-benefits of alternative transport in Adelaide, South Australia*. Environment International Volume 74, January 2015, pp. 281-290. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412014002980> (in English).
4. Rui Chena, Bin Hua, Ying Liua, Jianxun Xua, Guosheng Yangb, Diandou Xub, Chunying Chen. *Beyond PM2.5: The role of ultrafine particles on adverse health effects of air pollution*. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – General Subjects Volume 1860, Issue 12, December 2016, pp. 2844-2855 SI: Air Pollution – Air Pollution: Biochemical Aspects. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304416516300745> (in English).
5. Marko Tainioa, Audrey J. de Nazelleb, Thomas Götschic. *Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking?* Preventive Medicine Volume 87, June 2016, pp 233-236. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091743516000402> (in English).
6. Xavier Morellia, Camille Rieuxb, Josef Cyrusd. *Air pollution, health and social deprivation: A fine-scale risk assessment*. Environmental Research Volume 147, May 2016, pp. 59-70. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935116300287> (in English).
7. Insa Kortena, Kathryn Ramseyc, Philipp Latzin. *Air pollution during pregnancy and lung development in the child*. Paediatric Respiratory Reviews. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526054216300823> (in English).
8. Nurul Ashikin Bte Mabahwi, Oliver Ling Hoon Leh, Dasimah Omar. *Human Health and Wellbeing: Human health effect of air pollution*. Procedia – Social and Behavioral Sciences 153 (2014), pp 221-229. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814054986> (in English).
9. Maja Kiba-Janiaka, Katarzyna Chebab. *How Local Authorities are Engaged in Implementation of Projects Related to Passenger and Freight Transport in Order to Reduce Environmental Degradation in the City*. 1st International Conference Green Cities 2014 – Green Logistics for Greener Cities. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814054561> (in English).
10. Jayantha Withanaarachchia, Sujeeva Setunge. *Decision making on transport network planning and the impact on community, economy and the environment*. 4th International Conference on Building Resilience, Building Resilience 2014, 8-10 September 2014, Salford Quays, United Kingdom. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114010144> (in English).

Статья поступила в редколлегию 02.09.2016