

http://doi.org/10.17721/1728-2721.2019.73.4  
УДК 911.9 [502.6 : 504.054]

О. Галаган, канд. геогр. наук,  
Н. Корогода, канд. геогр. наук, доц.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

## РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ, ЩО НАДХОДЯТЬ У ПРИАВТОМАГІСТРАЛЬНІ ГЕОСИСТЕМИ З ВИКИДАМИ АВТОТРАНСПОРТУ

*Розглянуто методику отримання даних про кількість важких металів (ВМ), що надходять у приавтомагістральні геосистеми з викидами автотранспорту, з уточненням таких даних відповідно до природних та антропогенних особливостей території. У модельних розрахунках прийнято до уваги як інтенсивність впливу джерела емісії (параметри транспортного потоку), так і природні умови території, що визначають просторові характеристики первинного поля забруднення. Запропонований підхід дозволяє визначити силу впливу автотранспорту на приавтомагістральні геосистеми та забезпечує можливість подальшого моделювання і визначення актуального рівня забруднення приавтомагістральних геосистем сполуками важких металів.*

**Ключові слова:** важкі метали, приавтомагістральні геосистеми, викиди автотранспорту, моделювання первинного поля забруднення.

**Постановка проблеми.** Незважаючи на постійне посилення вимог, що ставляться до якості пального, для зменшення ступеня забруднення придорожніх геосистем викидами автотранспорту, у тому числі й важкими металами (ВМ), сьогодні спостерігається тенденція до зростання їхньої кількості у ґрунтах більшості зазначених територій. Це пояснюється як фізико-хімічними властивостями важких металів, що визначають їх здатність до тривалого перебування у ґрунтах (А. Кабата-Пендіас, Х. Пендіас, 1989), так і фізико-географічними особливостями самих геосистем, що зумовлюють основні міграційні сценарії поведінки поллютантів.

Визначення рівня забруднення геосистем важкими металами і виділення кордонів "зони безпечного ведення господарської діяльності" (напр., вирощування сільськогосподарської продукції) є важливим, але доволі складним для вирішення питанням, яке сьогодні стоїть перед фахівцями, що займаються оцінкою якості навколишнього середовища. Така складність обумовлена, по-перше, багатофакторністю формування поля первинного забруднення і, по-друге, складністю геосистем, які мають індивідуальні механізми самоочищення. Це викликає необхідність застосування, у процесі розрахунку величини забруднення, методів математичного моделювання, із подальшим його геоінформаційним утіленням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нами у роботах [2–3] запропоновано загальний модельний алгоритм (1), що описує процес формування актуального рівня забруднення ґрунтового покриву приавтомагістральних геосистем важкими металами (*Cont.h.m.*). *Poll.h.m.* визначається як різниця між обсягами ВМ, привнесеними у ґрунти геосистеми, протягом певного періоду часу, і винесеними з неї і/або виведеними з міграційних потоків за той самий часовий інтервал [3].

$$\text{Cont. h. m.} - \text{Cl. h. m.} = \text{Poll. h. m.} \quad (1)$$

Даний модельний алгоритм передбачає послідовний розрахунок таких показників:

1. *Cont. h. m.* – показник, що характеризує розрахункову кількість важких металів, привнесених у ґрунт геосистеми з викидами автотранспорту, промислових підприємств, а також при проведенні сільськогосподарських робіт і внаслідок надходження ВМ зі сполучених геосистем, що перебувають на більш високому гіпсометричному рівні, за певний проміжок часу;

2. *Cl.h.m.* – показник, визначений на основі аналізу властивостей компонентів геосистеми, що характеризує розрахункову кількість ВМ, які були винесені із ґрунту за її межі і/або виведені з міграційних потоків.

Для обчислення актуального рівня забруднення приавтомагістральних геосистем сполуками ВМ необхідно перш за все визначити кількісні характеристики першого складника модельного алгоритму (1) – забруднення приавтомагістральних геосистем *Cont. h. m.* (2), що відображатиме загальну кількість сполук ВМ, привнесених у геосистему поллютантів, зважаючи на чотири основні шляхи їх надходження. Чим точніше буде визначено даний модельний показник, тим коректнішими будуть результати моделювання. З огляду на основні шляхи надходження ВМ, такий показник має розраховуватися як інтегральний, тобто той, що "поєднує в собі" автотранспортне, промислове, сільськогосподарське та забруднення приавтомагістральних геосистем від спряжених геосистем.

*Cont.h.m.* – перший складник загальної алгоритмічної схеми геоінформаційного моделювання, який визначає кількість сполук ВМ, що потрапляють у межі приавтомагістральних геосистем від основних джерел емісії, визначатиметься за (2):

$$\text{Cont.h.m.} = \text{Cont.h.m.a} + \text{Cont.h.m.p} + \text{Cont.h.m.ag} + \text{Cont.h.m.c} \quad (2),$$

де *Cont.h.m.a* – розрахунковий показник, що відбиває кількість сполук ВМ, яка надходить у приавтомагістральні геосистеми від автотранспорту, *Cont.h.m.p* – розрахунковий показник, що відбиває кількість сполук ВМ, яка надходить у приавтомагістральні геосистеми від об'єктів промисловості, *Cont.h.m.ag* – розрахунковий показник, що відбиває кількість сполук ВМ, яка потрапила у приавтомагістральні геосистеми від сільськогосподарської діяльності, *Cont.h.m.c* – розрахунковий показник, який відбиває кількість сполук ВМ, яка надходить у приавтомагістральні геосистеми від спряжених геосистем, що знаходяться на вищому гіпсометричному рівні, за рахунок міграційних процесів.

**Мета.** Задля визначення першого із показників у (2) – *Cont.h.m.a*, просте проведення замірів якості повітря не буде достатньо інформативним в умовах перманентного впливу автодороги на формування поля первинного забруднення сполуками ВМ, адже результати таких замірів відображають лише якісний склад і кількісну характеристику викидів у певний момент часу. Утім, розрахунковий показник, що відбиває кількість сполук ВМ, яка надходить у приавтомагістральні геосистеми від автотранспорту (*Cont.h.m.a*), є вельми важливим у загальному процесі моделювання, адже доволі часто найбільший вплив на величину забруднення сполуками ВМ чинять саме автотранспортні викиди. Тож розрахунок у уточненню *Cont.h.m.a*, який характеризує середні

значення кількості викидів ВМ для геосистем, що потрапляють у зону впливу ділянки автодороги, однорідної за дорожньою ситуацією (між примиканнями доріг), з урахуванням їх природних умов і особливостей транспортного потоку (інтенсивність, транспортні групи автомобілів, термін їх експлуатації, тип використовуваного палива і т. п.), і буде присвячено дану роботу.

**Виклад основного матеріалу:** Показник **Cont.h.m.a** залежить від багатьох факторів, урахування яких дозволяє уточнити кількість ВМ, що надходить у приавтомагістральні геосистеми. До них належать тип пального, термін експлуатації автомобіля, природні умови території, в яких відбувається експлуатація автомобіля. Через це **Cont.h.m.a** вимагає коригування за згаданими характеристиками, для чого нами запропоновано ряд уточнюючих показників і коефіцієнтів.

Показник **Cont.h.m.a** залежить, передусім, від інтенсивності транспортного потоку. Відповідно, основними вихідними параметрами, які його формують, нами приймалися:

- інтенсивність руху (**Na**) – кількість транспортних засобів, що проходять упродовж одиниці часу через поперечний переріз дороги. Як розрахунковий період, залежно від завдання і засобів вимірювання, може бути обрано годину, добу, місяць, рік [4];

- базова лінійна норма на пробіг автомобіля транспортної групи (**hs<sub>i</sub>**) – середнє значення кількості палива, використане одним автомобілем транспортної групи при проходженні 100 км шляху;

- концентрація важких металів (**C.h.m.**) – кількість певного металу, яка міститься в 1 л пального.

Проте, інтенсивність руху транспортного потоку в цілому (**Na**) не є достатньо інформативним показником для поставлених завдань, оскільки різні види транспортних засобів споживають неоднакову кількість палива і по-різному впливають на величину навантаження. Для обліку реальної кількості використаного транспортним потоком палива, потрібно встановити в ньому кількість автомобілів різних транспортних груп. Для цього на досліджуваній ділянці дороги потрібно:

а) визначити фактичну інтенсивність потоку (**Na(факт(доб))**) як суму автомобілів основних транспортних груп (автобусів, легкових, вантажних), що проходять через поперечний переріз дороги за добу;

б) розрахувати середню кількість палива, використаного певною транспортною групою автомобілів при проходженні 100 км шляху [4], (**Hs<sub>i</sub>**), за (3), як:

$$Hs_i = hs_i \cdot n_i \quad (3),$$

де **hs<sub>i</sub>** – середнє значення базової лінійної норми на пробіг автомобілів транспортної групи – на 100 км, **n<sub>i</sub>** – кількість автомобілів транспортної групи, що проходять по ділянці автодороги за добу.

Параметр **Hs<sub>i</sub>** залежить від багатьох факторів, урахування яких дозволяє уточнити кількість спожитого палива. Це і частка різного типу пального, і термін експлуатації автомобіля, і природні умови території, в яких відбувається експлуатація автомобіля. Таким чином, **Hs<sub>i</sub>** вимагає коригування, для чого нами пропонується застосовувати уточнюючі показники та коефіцієнти. Серед них важливими є:

показник **P<sub>f</sub>**, який визначає частку автомобілів у транспортній групі з різним типом застосовуваного палива. **P<sub>f</sub>** (4) дозволяє розрахувати кількість палива, яке стає джерелом емісії різних ВМ (**Hs<sub>i f</sub>**) (5), оскільки різне паливо має неоднаковий спектр домішок у відпрацьованих газах [1; 6].

$$\begin{aligned} P_6 &= n_6 / n_i, \\ P_{д.п} &= n_{д.п} / n_i, \\ P_2 &= n_2 / n_i \end{aligned} \quad (4),$$

де **P<sub>6</sub>** – частка автомобілів транспортної групи, що працюють на бензині, **P<sub>д.п</sub>** – частка автомобілів транспортної групи, які працюють на дизельному паливі, **P<sub>2</sub>** – частка автомобілів транспортної групи, що працюють на зрідженому та стисненому газі, **n<sub>6</sub>** – кількість автомобілів транспортної групи, які працюють на бензині, **n<sub>д.п</sub>** – кількість автомобілів транспортної групи, що працюють на дизельному паливі, **n<sub>2</sub>** – кількість автомобілів транспортної групи, що працюють на зрідженому та стисненому газі.

$$Hs_{i f} = Hs_i \cdot P_f \quad (5),$$

де **Hs<sub>i</sub>** – середня кількість палива, використаного певною транспортною групою автомобілів при проходженні 100 км шляху, **P<sub>f</sub>** – частка автомобілів у транспортній групі з різним типом застосовуваного палива.

Другий важливий коригуючий показник **P<sub>f (age m)</sub>**, що визначає частку автомобілів із терміном експлуатації (6), дозволяє врахувати різницю в кількості спожитого палива, обумовлену терміном експлуатації автомобілів. Зі зростанням цього терміну механізми в автомобілі зношуються, що призводить, у тому числі, до підвищення витрати палива. Так, в автомобілях старше п'яти років, витрата збільшується на 5%, а старше восьми років – на 10 % [4]. **P<sub>f (age m)</sub>** відображає в потоці автомобілів однієї транспортної групи, що використовують однаковий тип палива, частку "різновікових" груп (1 "вікова" група – до одного року експлуатації, 2 – 5 8 років, 3 – понад восьми років), як:

$$\begin{aligned} P_{6 (age 1)} &= n_{6 (age 1)} / n_6, \\ P_{6 (age 2)} &= n_{6 (age 2)} / n_6, \\ P_{6 (age 3)} &= n_{6 (age 3)} / n_6, \\ P_{д.п. (age 1)} &= n_{д.п. (age 1)} / n_{д.п}, \\ P_{д.п. (age 2)} &= n_{д.п. (age 2)} / n_{д.п}, \\ P_{д.п. (age 3)} &= n_{д.п. (age 3)} / n_{д.п}, \\ P_{2 (age 1)} &= n_{2 (age 1)} / n_2, \\ P_{2 (age 2)} &= n_{2 (age 2)} / n_2, \\ P_{2 (age 3)} &= n_{2 (age 3)} / n_2, \end{aligned} \quad (6),$$

де **P<sub>6 (age m)</sub>** – частка автомобілів транспортної групи, які працюють на бензині, певної "вікової" групи, **P<sub>д.п. (age m)</sub>** – частка автомобілів транспортної групи, що працюють на дизельному паливі, певної "вікової" групи, **P<sub>2 (age m)</sub>** – частка автомобілів транспортної групи, які працюють на зрідженому та стисненому газі, певної "вікової" групи, **P<sub>f (age 1)</sub>** – кількість автомобілів транспортної групи, що працюють на відповідному типі пального, першої "вікової" групи, **P<sub>f (age 2)</sub>** – кількість автомобілів транспортної групи, які працюють на відповідному типі пального, другої "вікової" групи, **P<sub>f (age 3)</sub>** – кількість автомобілів транспортної групи, які працюють на відповідному типі пального, третьої "вікової" групи.

Для кількості палива, що використовує окрема "вікова" група автомобілів, має бути використано коефіцієнт (**k<sub>(age m)</sub>**), який, згідно з [5], становитиме: для автомобілів одного року використання (першої "вікової" групи) **k<sub>(age 1)</sub>** = 1,1, 5–8 років (другої "вікової" групи) **k<sub>(age 2)</sub>** = 1,05, більше восьми років (третьої "вікової" групи) **k<sub>(age 3)</sub>** = 1,1.

Це дозволить уточнити кількість палива, обумовлену терміном експлуатації автомобілів у групі з однако-

вим типом використовуваного палива – модельний параметр  $Hs_{i (f age)}$  (7):

$$Hs_{i (f age)} = Hs_{i f} (P_{f (age 1)} \cdot K_{(age 1)} + P_{f (age 2)} \cdot K_{(age 2)} + P_{f (age 3)} \cdot K_{(age 3)} + P_{f (age)}), \quad (7),$$

де  $P_{f (age)}$  – частка автомобілів 2–5 року експлуатації стає можливим визначити кількість пального, яка споживається транспортним потоком певної інтенсивності ( $Hs$ ) при проходженні 100 км дороги(8):

$$Hs = \sum Hs_{i (f age)} \quad (8),$$

Використовуючи інформацію про вміст важких металів у пальному, розрахунковий показник  $Cont.h.m.a.$  зі 100 км дороги матиме такий вигляд (9):

$$Cont.h.m.a = Hs \cdot C.h.m., \quad (9),$$

де  $C.h.m.$  – вміст важких металів у 1 л палива.

Зазначимо, що при згоранні пального кількість майже всіх ВМ, що потрапляють у відпрацьовані гази, дорівнює кількості цих металів у самому пальному. У той же час для сполук свинцю характерним є потрапляння у відпрацьовані гази 75 % металу від кількості, що міститься у паливі [1]. Тому в розрахунках, які застосовуються для Pb, у формулу (9) слід вводити поправний коефіцієнт 0,75.

У найбільш спрощеному варіанті показник  $Cont.h.m.a$  (9) уже міг би використовуватися у процесі моделювання. Однак природні умови території, на якій прокладено той чи інший відрізок автодороги, також виступають факторами, які впливають на кількість використаного палива [3]. Тому очевидною стає потреба в коригуванні показника  $Hs$  відповідно до орографічних і кліматичних характеристик місцевості, за допомогою таких коефіцієнтів.

Орографічні коефіцієнти дозволяють урахувувати відмінності в кількості споживаного транспортним потоком палива на ділянках дороги з різними абсолютними висотами ( $K_{a.h.}$ ) і ухилом дорожнього полотна ( $K_{s1}$ ).

У гірських умовах, за абсолютної висоти місцевості 300–800 м над рівнем моря, витрата палива зростає до 5 %, 801–2000 – до 10 %, 2001–3000 – до 15 %, вище 3000 – до 20 % [5]. Таким чином, використовуючи відомості про абсолютні висоти досліджуваної ділянки дороги, можна змінити розрахункову кількість палива  $Hs$  (8) за допомогою коригуючого коефіцієнта  $K_{a.h.}$ , який для висоти 300–800 м над рівнем моря становитиме 1,05, 801–2000 м – 1,1, 2001–3000 м – 1,15, 2001–3000 м – 1,2, і отримати уточнену кількість палива, використану транспортним потоком на ділянках із відповідними абсолютними висотами  $Hs_{(a.h.)}$  (10):

$$Hs_{(a.h.)} = Hs \cdot K_{a.h.} \quad (10),$$

де  $Hs_{(a.h.)}$  – кількість палива, уточнена за висотними характеристиками місцевості.

На ділянках дороги з підйомом також зростає кількість спожитого палива в середньому на 20 %. Цей факт дозволяє збільшити  $Hs_{(a.h.)}$  на коефіцієнт  $K_{s1}$ , рівний 1.2. Такі розрахунки слід застосовувати тільки до тієї частини транспортного потоку, яка йде на підйом.

Кліматичні коефіцієнти враховують особливості використання пального протягом року. Адже, витрата палива збільшується в холодний період на 10 %, також додаткові витрати виникають при експлуатації автомобіля в несприятливих погодних умовах, у тому числі в дні сезонної відлиги, за сильного снігопаду й ожеледі. На дорогах першої, другої і третьої категорії витрата

палива збільшується до 35 % [5]. Тому необхідно використовувати в розрахунках уточнюючі коефіцієнти для холодного періоду  $K_t$  і для днів із надзвичайними погодними умовами  $K_{ex}$ :

Для днів із середньодобовою температурою нижче 0 °С коригувальний температурний коефіцієнт  $K_t$  становить 1,1 і буде застосовуватися в такий спосіб: за даними метеорологічних спостережень для досліджуваної території слід визначити кількість днів із середньодобовою температурою нижче 0° С –  $n_t$ . Відповідно, розрахункова кількість використаного пального, обумовленого температурними показниками  $Hs_{(a.h.t)}$ , становитиме (11):

$$Hs_{(a.h.t)} = Hs_{(a.h.)} \cdot n_t \cdot K_t + Hs_{(a.h.)} \cdot (365 - n_t) / 365. \quad (11)$$

При розрахунку споживання палива, з урахуванням його збільшення у дні з несприятливими погодними умовами  $n_{ex}$ , необхідна зміна його розрахункової кількості, раніше уточненого по висотним і температурним показникам  $Hs_{(a.h.t)}$ , за допомогою коефіцієнта  $K_{ex} - 1,35$ .

Для цього необхідно визначити кількість днів із несприятливими погодними умовами, характерними для місцевості, протягом року  $n_{ex}$  [7] та провести уточнення кількості використаного пального, з урахуванням збільшення його витрат у дні з несприятливими погодними умовами,  $Hs_{(ex)}$ , як (12):

$$Hs_{(ex)} = Hs_{(a.h.t)} \cdot n_{ex} \cdot K_{ex} + Hs_{(a.h.t)} \cdot (365 - n_{ex}) / 365. \quad (12)$$

Показник використання палива  $Hs_{(ex)}$  дозволяє уточнити і кількість викидів ВМ, якщо застосувати його замість  $Hs$  у формулі (8). Таким чином, можна говорити про наближену до реальності розрахункову кількість споживаного пального з урахуванням як особливостей транспортного потоку певної інтенсивності, так і природних характеристик території.

Підкреслимо, що такі розрахунки слід проводити тільки при аналізі транспортного потоку за межами міста. У містах у розрахунках слід використовувати методику, що враховує категорії вулиць, наявність світлофорів, швидкість транспортного потоку тощо.

**Висновки.** Отримавши такі дані, нескладно обрахувати, яку кількість металів "постачає" транспортний потік на відріжку досліджуваного автошляху визначеної довжини за секунду, що стане вихідним джерелом інформації про забруднення приавтомагістральних територій сполуками важких металів від викидів автотранспорту і дозволить сформувати відповідний блок бази даних "Автотранспортне забруднення" – складову блоку "Надходження ВМ" та виконати побудову, за допомогою наявного ГІС-інструментарію карти "розсіювання поллютантів автотранспортного походження" у приземному шарі атмосферного повітря", що є інформаційним базисом, для проведення наступних етапів геоінформаційного моделювання.

**Список використаних джерел:**

1. Аколова Г. С. Перспективи заміни дизельного топлива природным газом на транспорте / Г. С. Аколова и др. // Вести газовой науки. – 2013. – № 2 (13). – С. 56–62.
2. Галаган О. О. Визначення ступеня забруднення приавтомагістральних геосистем сполуками важких металів за допомогою

математично-картографічного моделювання / О. О. Галаган // Фізична географія та геоморфологія. – 2015. – № 4 (80). – С. 124–125.

3. Галаган О. О. Моделювання розподілу важких металів у приавтомагістральних геосистемах / О. О. Галаган // Фізична географія та геоморфологія. – 2013. – № 2 (70). – С. 28–33.

4. Методика проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування: М 03450778 – 700:2012. – Чинний від 2012-01-01. – Київ: Укрвавтордор, 2012. – 63 с.

5. Про затвердження норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті: Наказ Міністерства транспорту від 10.02.98 № 43 : Закони України: інформ.-правовий портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uazakon.com/big/text693/pg1.htm>. – Назва з екрану.

6. Руководство по инвентаризации выбросов ЕМЕП / ЕАОС 2009, 2010 г., июнь. Европейское агентство по окружающей среде ЕАОС. – 129 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>. – Назва з екрану.

7. Український гідрометеорологічний центр. Офіційний інформаційний сервер [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate\\_stations/37/6](http://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/37/6). – Назва з екрану.

#### References:

1. Акопова G. S. Perspektivy zameny dizelnogo topliva prirodnim gazom na transporte / G. S. Akopova [i dr.] // Vesty gazovoy nauki. – 2013. – № 2 (13). – С. 56–62.

А. Галаган, канд. геогр. наук,

Н. Корогода, канд. геогр. наук, доц.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

### РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ, ПОСТУПАЮЩИХ В ПРИАВТОМАГИСТРАЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ С ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА

*Рассмотрена методика получения данных о количестве тяжелых металлов (ТМ), поступающих в приавтомагистральные геосистемы с выбросами автотранспорта, с уточнением таких данных в соответствии с природными и антропогенными особенностями территории. В модельных расчетах приняты во внимание как интенсивность воздействия источника эмиссии (параметры транспортного потока), так и природные условия территории, определяющие пространственные характеристики первичного поля загрязнения. Предложенный подход позволяет определить силу влияния автотранспорта на приавтомагистральные геосистемы и обеспечивает возможность дальнейшего моделирования и определения актуального уровня загрязнения приавтомагистральных геосистем соединениями тяжелых металлов.*

*Ключевые слова: тяжелые металлы, приавтомагистральные геосистемы, выбросы автотранспорта, моделирование первичного поля загрязнения.*

O. Halahan, PhD of Geography,

N. Korogoda, PhD of Geography, Associate professor

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### CALCULATION OF THE AMOUNT OF HEAVY METALS ENTERING TO THE NEAR-MOTORWAYS GEOSYSTEMS WITH VEHICLE EMISSIONS

*The article presents the method of obtaining data on the amount of heavy metals (HM), which enter to the near-motorways geosystems with vehicle emissions, with their refinement in accordance with the natural and anthropogenic features of the territory. Firstly, the model calculations take into account the intensity of the impact of the emission source, which depends on the parameters of the traffic flow. To clarify the amount of fuel consumed and, the emissions, as a result, were proposed: indicator  $P_{i,}$ , that defining part of cars, which used different types of fuel in a transport group. The need for this indicator is determined by the fact that different types of fuel have a varied spectrum of impurities in the exhaust gases, as a result of which they are sources of emission of various heavy metals. The next corrective indicator is  $P_{f(age, m)}$ , which determines the part of cars with different periods of use, because the amount of fuel used depends on it. The "refined" data thus obtained allows us to calculate the amount of heavy metals that "delivers" the traffic flow in a section of a highway during a certain period of time. Secondly, the methodology takes into account the natural conditions of the territory, which determine the spatial characteristics of the primary field of pollution. Because the natural features of the territory also affect changes in fuel consumption. In accordance with this, a number of coefficients are introduced in the calculation methods. Orographic coefficients allow taking into account the differences in fuel consumption by the traffic flow on the road sections with different absolute heights ( $K_{a,h}$ ) and the slope of the roadway ( $K_s$ ). Climatic "corrective" coefficients make it possible to clarify the additional fuel consumption arising from the operation of a vehicle on days with low temperatures (coefficient  $K_t$ ) and days with adverse weather conditions (coefficient  $K_{ex}$ ). It will be possible to talk about the estimated amount of fuel consumed and, as a consequence, the emissions of heavy metals that form the primary field of contamination.*

*The proposed approach allows determining the degree of influence of motor transport to the near-motorways geosystems and is part of a general algorithm that describes the formation of actual level of contamination in the soil of near-motorways geosystems by heavy metal compounds.*

*The actual level of contamination, in the proposed algorithm, is proposed to be defined as the difference between the volumes of HM, which were introduced into the soil of geosystems for a certain period of time and taken out of its limits and / or excluded from migration flows during the same time interval.*

*Keywords: heavy metals, near-motorways geosystems, vehicle emissions, modeling of the primary field of contamination.*

2. Halahan O. O. Vznachennya stupenya zabrudnennya priavtomagistralnyh gosistem spolukamy vajkyh metaliv za dopomogoyu matematichno-kartografichnogo modeluyvannya / O. O. Halahan // Fizichna geografiya ta geomorfologiya. – 2015. – № 4 (80). – С. 124–125.

3. Halahan O. O. Modeluyvannya rozpodilu vajkyh metaliv u pryavtomagistralnyh gosistemah / O. O. Halahan // Fizichna geografiya ta geomorfologiya. – 2013. – № 2 (70). – С. 28–33.

4. Metodyka provedennya audytorskyh perevirok z bezpeky dorozhnogo ruhu na stadiyi ekspluataciyi avtomobilnyh dorig zagalnogo korystuvannya: М 03450778 – 700:2012. – Чинний від 2012-01-01. – Київ: Укрвавтордор, 2012. – 63 с.

5. Про затвердження норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті: Наказ Міністерства транспорту від 10.02.98 N 43 / Закони України : інформ.-правовий портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uazakon.com/big/text693/pg1.htm>. – Назва з екрану.

6. Руководство по инвентаризации выбросов ЕМЕП / ЕАОС 2009, 2010 г., июнь. Европейское агенство по окружающей среде ЕАОС. – 129 с. [Elektronnyy resurs]. – Rejim dostupu: <http://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>. – Nazva z ekranu.

7. Ukrainsky gidrometeorologichnyy centr. Oficiyniy informatsiyniy server [Elektronnyy resurs]. – Rejim dostupu: [http://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate\\_stations/37/6](http://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/37/6) – Nazva z ekranu.

Надійшла до редколегії 22.10.18