

УДК 911.9 [51: 504]

ВИКОРИСТАННЯ ГІС ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ПЕРВИННОГО ПОЛЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ПРИАВТОМАГІСТРАЛЬНИХ ТЕРИТОРІЙ

Олександр Галаган

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
пр. акад. Глушкова, 2, 02017 м. Київ, Україна*

Описана послідовність визначення первинного поля забруднення з урахуванням властивостей геосистем. Використання ГІС дає змогу встановити просторові показники забруднення приземних шарів повітря на основі загальноприйнятих моделей розсіювання поллютантів, як складників первинного поля забруднення. Розрахунки виконано для ковзних неперетнутих вікон регулярної сітки, у центрах яких і визначають можливості первинного поля забруднення важкими металами приавтомагістральних територій.

Ключові слова: важкі метали, первинне поле забруднення, геоінформаційне моделювання.

Постановка проблеми. Сполуки важких металів (ВМ), які потрапляють у навколишнє середовище з викидами автотранспорту, формують локальні техногенні аномалії в приавтомагістральних геосистемах. Дослідження стану цих геосистем щодо перерозподілу у їхніх межах сполук ВМ має значний науковий та економічний інтерес, адже їхня загальна площа в Україні становить десятки тисяч гектарів.

Необхідність ретельного вивчення процесів міграції та акумулювання ВМ поблизу автошляхів зумовлено низкою причин: по-перше, в ґрунтах таких територій досить часто перевищено ГДК, зокрема за вмістом сполук таких металів, як Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, що значно погіршує екологічний стан загалом та сільськогосподарської продукції, вирощеної на цих ґрунтах; по-друге, відбувається безперервний процес накопичення цих сполук.

Початковою ланкою в дослідженнях міграційних процесів має бути визначення параметрів первинного поля забруднення геосистем, що формується при потраплянні поллютантів на територію. Просторові параметри первинного поля забруднення багато в чому залежать від шляхів надходження речовин. Головною роллю у забрудненні приавтомагістральних геосистем сполуками ВМ відіграє їхній атмосферний розподіл, тому моделювання саме цих процесів є актуальним завданням сьогодення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Математичне та геоінформаційне моделювання, використовуване під час досліджень процесів міграції та акумулювання важких металів у геосистемах, зумовлено складністю останніх та неоднорідністю механізмів, які визначають перерозподіл ВМ в їхніх межах [5, с. 28]. Такі методи є цілком застосовними і при дослідженні процесів забруднення атмосферного повітря автомобільними викидами та побудови полів концентрацій поллютантів [2, с. 103]. Тут йдеться про фізико-хімічні, математичні та картографічні моделі. Сьогодні в світі широко використовують:

- моделі розсіювання домішок за формулами Гауса, які офіційно рекомендовані Європейською економічною комісією та метеослужбами багатьох країн [6, с. 104; 9; 10]; зокрема, американські моделі HIWAY-2, CALINE-4 (California Line Source Model), GM (General Motors), GFLSM (General Finite Line Source Model), фінська модель – CAR-FMI (Contaminants in the Air from a road, By the Finnish Meteorological Institute), також моделі поширення забруднювачів, принцип дії яких полягає в статистичному описі процесів турбулентності [7, с. 62], наприклад, відображені в роботах Паскуїлла, Гіффорда, Сеттона;
- моделі на основі К-теорії, що базуються на рівняннях турбулентної дифузії, зокрема, модель М. С. Берлянда [1; 7, с. 63], за допомогою якої визначають алгоритм та порядок проведення розрахунків полів концентрацій у “Методиці розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств ОНД-86” [8]. Ця методика сьогодні є однією з небагатьох в Україні, що адаптована до просторового аналізу розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері. На її основі побудовані програмні комплекси “Еколог” та “Еол”, проте вона потребує певного доопрацювання, зокрема у питаннях застосування до лінійних об’єктів значної довжини та побудови полів “сумарного” забруднення від різних джерел.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми та формулювання цілей статті. Необхідною є адаптація положень описаної методики для просторового вимірювання, за допомогою ГИС, показників первинного поля забруднення атмосферного повітря, що створило б можливість: 1) їхнього застосування для лінійного об’єкта значної довжини; 2) урахування багатьох параметрів та характеристик території, що впливають на зміну приземних концентрацій поллютантів; 3) урахування ступеня забруднення сполуками важких металів повітря приавтомагістральних геосистем від інших джерел емісії тощо.

Виклад основного матеріалу дослідження. За запропонованим у [5, с. 29–32], загальним алгоритмом геоінформаційного математично-картографічного моделювання актуального рівня забруднення ґрунтів приавтомагістральних територій важкими металами, його описують через обсяг рухомих форм ВМ, які активно мігрують у ґрунтового профілі та у системі “ґрунт–рослина”, і обчислюють як різницю, між кількістю ВМ, привнесених у геосистему від різних джерел емісії за певний проміжок часу, і кількістю ВМ, що була винесена з неї і/або вилучена з міграційних потоків за той же часовий проміжок. У процесі геоінформаційного моделювання відбувається створення бази даних про територію дослідження. Наприклад, для визначення кількості привнесених металів заповнюють інформацією блок БД “Надходження ВМ”, який складається з певних субблоків, зокрема таких, як: “Забруднення атмосфери ВМ”, “Забруднення ґрунтів ВМ від ведення сільського господарства” та ін. Ми ж детальніше розглянемо питання механізмів формування тієї частини первинного поля забруднення важкими металами приавтомагістральних територій, що відбувається за рахунок атмосферного розподілу поллютантів.

Для визначення кількості ВМ, привнесених у геосистему повітряним шляхом, необхідним для виконання є таке:

1. Визначення обсягів надходження поллютантів від автотранспорту, які залежать і від кількості автомобілів, їхнього типу, віку, стану тощо. Це питання можна вирішити на основі методики [3, с. 27–29], з урахуванням додаткових коефіцієнтів, за якими уточнюють кількість викидів – середньовиважений за частками різновікових груп автомобілів у потоці, середньовиважений за частками різного типу пального та ін., і від природних особливостей території, що також вирішують на основі [3, с. 27–29], використовуючи у розрахунках

коригувальні коефіцієнти для відрізків дороги з різними абсолютними висотами, для днів з різною температурою повітря, з несприятливими погодними умовами та ін.

2. Виявлення інших джерел забруднення повітря сполуками ВМ, радіус впливу яких поширюється на приавтомагістральні території та визначення їхніх числових і просторових параметрів. Адже, як було зазначено у [4, с. 33; 5, с. 28], приавтомагістральні території знають одночасного “сумарного” впливу різних об’єктів господарської діяльності. То ж має сенс, при обчисленні обсягів надходжень, застосовувати додаткові показники, зокрема розрахунковий показник, який відображає кількість ВМ, що містяться у викидах промислових підприємств, якщо вони потрапляють у приавтомагістральні геосистеми.

3. Визначивши обсяги надходження, тобто масу сполук важких металів, що потрапляє в атмосферу за одиницю часу, проводити обчислення первинного атмосферного розподілу сполук ВМ від основних джерел емісії для аналізу їхнього територіального поширення. Основою для таких розрахунків є “ОНД-86” [8]. У цій методиці застосовують моделі [1, с. 54], що дають можливість узагальнено вирішити питання визначення характеру та просторових параметрів первинного поля забруднення, що формуються у приавтомагістральних територіях у процесі атмосферного перенесення поллютантів [8, с. 16–18].

Потрібно також зазначити, моделі, використовувані в “ОНД-86” [8], найбільш прийнятні для опису процесів розподілу поллютантів поблизу поверхні землі на відстані до 10 км від джерела, що цілком прийнятно для обчислення впливу автомагістралей.

Крім того, у процесі моделювання є можливість урахування таких властивостей навколишнього середовища, які впливають на формування первинного поля забруднення. Насамперед йдеться про: а) метеоумови території, зокрема такі показники, як температурна стратифікація атмосфери, швидкість та напрямки вітру тощо; б) рельєф території – показник впливу рельєфу місцевості на значення максимальної приземної концентрації домішок у повітрі, положення та метричні характеристики перешкод техногенного та природного походження [8, с. 19–21], тобто ті показники, які дають змогу врахувати ступінь несприятливості місцевих умов для сталого розсіювання домішок у повітрі.

Показники можуть бути достатньо коректно обчислені засобами ГІС. Розрахунки потрібно проводити у центрах ковзних неперетнутих вікон регулярної сітки для побудови інтерполяційних поверхонь значень концентрацій сполук важких металів у приземному шарі повітря.

Щоб оптимально виконати це завдання, необхідно попередньо поділити досліджувану автомагістраль на відрізки з однаковими просторовими характеристиками, як ось: конфігурація, абсолютні та відносні висоти дорожнього полотна, кут нахилу поверхні дорожнього полотна та ін., тобто відрізки з однорідними умовами атмосферного розподілу домішок, адже у процесі розрахунку концентрацій у приземному шарі повітря вони є визначальними.

Також зазначимо, що обчислення має бути проведене в межах такої смуги забруднення, де концентрація поллютантів перевищує фонові величини, оскільки навіть незначні перевищення є потенційно небезпечними через здатність сполук ВМ до накопичення, тривалість перебування в геосистемі, токсичність тощо, а, знаючи, що автошляхи є об’єктом довготривалого впливу, цим не можна нехтувати.

Як вже згадували попередньо, на приавтомагістральні території можуть також потрапляти повітряним шляхом сполуки важких металів від інших джерел, наприклад, промислових підприємств, тому для отримання об’єктивних даних при оцінці ступеня забруднення повітря, подібні розрахунки необхідно проводити і для таких об’єктів. У випадку перекриття полів приземних концентрацій поллютантів, які є більшими від місцевого фону, необхідно сумувати їхні числові значення за [8, с. 21–30].

Висновки і перспективи дальших досліджень. Отже, в результаті геоінформаційного моделювання може бути сформована частина блоку БД регіону дослідження, що містить інформацію про первинний атмосферний розподіл сполук важких металів. Інформація, після розрахунків переходу полутантів з повітря в інші компоненти ландшафту, разом з іншими показниками забруднення геосистем (наприклад, розрахунковим показником, який відображає кількість важких металів, які додатково до попередньо обчислених, потрапляє у приватомагістральні геосистеми за рахунок сільськогосподарської діяльності), дасть змогу проаналізувати та визначити найбільш ймовірний обсяг ВМ, що потрапить на поверхню ґрунту від різних джерел, за певний проміжок часу. А створена таким чином карта є відображенням первинного поля забруднення, оскільки тут ураховані основні джерела, їхня потужність та провідні чинники розподілу (рельєф, кліматичні характеристики території тощо). Її можливо використовувати і як самостійний блок у характеристиці екологічного стану приватомагістральних геосистем, а також є основою для наступних розрахунків, тобто дає можливість перейти до аналізу механізмів перерозподілу ВМ у ґрунтах приватомагістральних територій, оскільки є достовірним джерелом інформації про первинне поле забруднення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы / М. Е. Берлянд. – Л. : Гидрометеоиздат, 1975. – 448 с.
2. Буренин Н. С. К оценке выбросов автотранспорта в атмосферу и загрязнения воздуха вблизи автомагистралей / Н. С. Буренин, Р. И. Оникул, И. И. Соломатина // Тр. ГГО. – 1979. – Вып. 436. – С. 102–110.
3. Визначення інтенсивності руху на автомобільній дорозі загального користування експрес-методом. / Додаток 5 до п. 4.8 “Положення про проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування”. – К., 2012. – 41 с.
4. Галаган О. О. Комплексна оцінка перерозподілу важких металів у приватомагістральних агроландшафтах / О. О. Галаган // Тези доп. наук.-практ. конференції “Соціально-екологічні проблеми переходу до сталого розвитку: реалії та перспективи XXI століття”. – Ялта, 2013. – С. 33–35.
5. Галаган О. О. Моделювання розподілу важких металів у приватомагістральних геосистемах / О. О. Галаган // Фізична географія та геоморфологія. – 2013. – № 2 (70). – С. 28–33.
6. Ложкин В. Н. Модели оценки экологического ущерба, применяемые в Российской Федерации, США и странах ЕС, при государственном регулировании воздействия транспортных средств на окружающую среду / В. Н. Ложкин., В. В. Медейко // Информационный бюллетень. – 2005. – № 2 (32). – С. 103–116.
7. Ложкина О. В. Анализ физико-математических моделей атмосферной диффузии применительно к оценкам воздействия автотранспорта на городскую среду / О. В. Ложкина, В. В. Попов, А. Д. Кузнецова // Вестник СПб ун-та ГПСМЧС России. – 2012. – № 1. – С. 59–66.
8. Общесоюзный нормативный документ Госкомгидромета СССР (ОНД-86). Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 93 с.

9. *Kukkonen J.* Evaluation of the dispersion model CAR-FMI against data from a measurement campaign near a major road / J. Kukkonen, J. Härkönen, J. Walden // *Atmospheric Environment*. – 2001. – Vol. 35/5. – P. 949–960.
10. *Uliasz M.* Regional modelling of air pollution transport in the south-western USA. / M. Uliasz, R. A. Stocker, R. A. Pielke // *Environmental Modelling-Southampton*. – 1996. – Vol. III – P. 145–182.

Стаття надійшла до редакції 05.03.2014 р.

Доопрацьована 15.04.2014 р.

Прийнята до друку 26.06.2014 р.

USING GIS FOR MODELING OF INITIAL FIELD CONTAMINATION BY HEAVY METALS AROUND HIGHWAY AREAS

Olexandr Galagan

*Taras Shevchenko National University of Kyiv,
acad. Glushkov Avenue, 2, UA – 02017 Kyiv, Ukraine*

Above described is sequence determination of initial field contamination, given the properties of Geosystems. Using GIS allows to set spatial parameters contamination of bottom layers of air, based on accepted models of dispersion of pollutants, as components of initial field contamination. Calculations are made for sliding not crossing windows of regular grid in the center of which are determined by the value of the initial field contamination by heavy metals around highway areas.

Key words: heavy metals, initial field contamination, geo-informative modeling.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПЕРВИЧНОГО ПОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПРИ АВТОМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Александр Галаган

*Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко,
пр. акад. Глушкова 2, 02017 г. Киев, Украина*

Описана последовательность определения первичного поля загрязнения с учетом свойств геосистем. Использование ГИС позволяет установить пространственные показатели загрязнения приземных слоев воздуха, на основе общепринятых моделей рассеивания загрязняющих веществ, как составляющие первичного поля загрязнения. Расчеты проводятся для скользящих непересеченных окон регулярной сети, в центре которых рассчитывают значения первичного поля загрязнения тяжелыми металлами при автомагистральных территориях.

Ключевые слова: тяжелые металлы, первичное поле загрязнения, геоинформационное моделирование.