



**№1**  
травень  
**2009**

# ВІСНИК ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

*Збірник наукових праць*

**Засновник:**

Державна академія житлово-комунального господарства

**Видавець:**

Державна академія житлово-комунального господарства

Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:

серія КВ №14198-316Р

від 25.06.2008р.

За достовірність фактів, чисел, точність назв, імен і прізвищ несуть відповідальність автори статей

До збірника увійшли статті співробітників, аспірантів і докторантів Державної академії житлово-комунального господарства та інших ВНЗ і наукових установ

Матеріали друкуються мовою оригіналу

Видання виходить 4 рази на рік

Видається з травня 2009 року

**Адреса редакції:**

01042, м.Київ-42, вул. Глазунова, 2/4

Тел. (044) 540-74-37

**E-mail:** nauka\_dajkg@ukr.net

Рекомендовано до друку вченою радою Державної академії житлово-комунального господарства.

Протокол №4-05 від 14.05.2009р.

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

**Головний редактор:**

*Короткий Г.І., ректор ДАЖКГ, канд. економ. наук, професор*

**Заступник головного редактора:**

*Дорошенко Ю.О., д-р техн. наук, професор*

**Відповідальний секретар:**

*Василик І.Б., канд. історичних наук, доцент*

**Члени редколегії:**

*Атаманюк Ю.А., канд. с.-г. наук, доцент*

*Антонюк Т.Д., канд. історичних наук, доцент*

*Виноградський М.Д., д-р економ. наук, професор*

*Горделадзе М.В., канд. техн. наук, доцент*

*Губар С.О., канд. техн. наук, доцент*

*Дубас Р.Г., канд. економ. наук, доцент*

*Запатріна І.В., д-р економ. наук*

*Єсипенко А.Д., д-р техн. наук, с.н.с.*

*Єремєєв І.С., д-р техн. наук, професор*

*Ковешніков В.С., канд. економ. наук, доцент*

*Кононенко Т.В., канд. економ. наук, доцент*

*Кравченко Н.К., д-р філолог. наук, професор*

*Куценко Л.М., д-р техн. наук, професор*

*Лебедєв, М.М., канд. техн. наук, професор*

*Лисенко К.Г., канд. хім. наук, доцент*

*Огородник С.С., д-р техн. наук, с.н.с.*

*Петрик О.А., д-р економ. наук, професор*

*Плоский В.О., д-р техн. наук, професор*

*Прохорова Л.І., канд. економ. наук, доцент*

*Радько Н.Ф., канд. економ. наук, доцент*

*Ткаченко Н.В., канд. фіз.-мат. наук, доцент*

*Требух С.Б., канд. техн. наук, с.н.с.*

*Сліпченко В.О., канд. техн. наук, професор*

*Фокін А.В., канд. с.-г. наук, доцент*

*Цихан Т.В., канд. техн. наук*

*Червінська Л.П., д-р економ. наук, професор*

*Шевцова Л.В., д-р біолог. наук, професор*

**Відповідальний редактор:**

*Жуковська Н.В.*

**Літературний редактор:**

*Пендюр С.А.*

**Технічний редактор:**

*Константинов В.М.*

**Коректор:**

*Солодовник В.С.*

ББК 65.44 74.58Я5  
В53

**ВІСНИК ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ  
ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА**  
*Збірник наукових праць*

**Засновник:**

Державна академія житлово-комунального господарства

**Видавець:**

Державна академія житлово-комунального господарства

**Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:**

Серія КВ №14198-316Р від 25.06.2008р.

За достовірність фактів, чисел, точність назв, імен і прізвищ несуть відповідальність автори статей

До збірника увійшли статті співробітників, аспірантів і докторантів Державної академії житлово-комунального господарства та інших внз і наукових установ

Матеріали друкуються мовою оригіналу

Видання виходить 4 рази на рік

Видається з травня 2009 року

**Адреса редакції:**

01042, м.Київ-42, вул. Глазунова, 2/4

Тел. (044) 540-74-37

Е-mail: nauka\_dajkg@ukr.net

Рекомендовано до друку вченою радою Державної академії житлово-комунального господарства.

Протокол №4-05 від 14.05.2009р.

**Комп'ютерний набір** Мар'яни Юрійчук

**Наукове редагування** Юрія Дорошенка

**Літературне редагування** Світлани Пендюр

**Комп'ютерний дизайн і верстка** Юрія Дорошенка

**Коректура** Вікторії Солодовник

Підписано до друку 30.04.2009р.

Формат 60x84/8. Папір офісний. Гарнітура "Times New Roman".

Друк різнограф. Обл.-вид. арк. 9,4. Наклад 300 прим.

Видруковано у відділі оперативної поліграфії

Державної академії житлово-комунального господарства

01042, Київ-42, вул. Глазунова, 2/4

Тел. (044) 521-13-42

## ЗМІСТ

### ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<b>Дорошенко Ю.О., Іванченко Н.О., Ворожейкін Я.В.</b> Концептуальні підходи до моніторингу та моделювання екологічного забруднення ґрунтового покриву пришляхових смуг.....	6
<b>Єремєєв І.С.</b> Проблема невизначеності під час моніторингу довкілля.....	16
<b>Єсипенко А.Д.</b> Наукові основи та організаційно-технологічне забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель і споруд.....	20
<b>Ливинський О.М., Головаш Е.А., Граніч В.Н., Невстрєєв В.П., Малкін Е.А., Бурлай В.А., Агафонов І.О., Крилова Н.Ф., Птуха Л.М.</b> Знефторення питної води та автоматизація цього процесу.....	26
<b>Соболев В.О.</b> Нотатки до концепції екологічно безпечної життєдіяльності в сучасних умовах.....	34
<b>Ткаченко Н.В.</b> Проблеми експлуатації та впорядкування прибудованих дахів.....	41
<b>Городник К.В.</b> Комп'ютерні технології забезпечення діяльності паспортних столів житлово-експлуатаційних організацій.....	45
<b>Сліпченко О.О.</b> Дослідження щодо видалення органічних речовин з питної води озонуванням та фільтруванням.....	49

### ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

<b>Короткий Г.І.</b> Пріоритети реформування і розвитку житлово-комунального господарства України.....	54
<b>Беззубко Л.В.</b> Переваги та проблеми розвитку концесій у сфері ЖКГ.....	59
<b>Червінська Л.П.</b> Деякі аспекти інвестиційно-інноваційного розвитку ЖКГ.....	64
<b>Огородник С.С.</b> Прискорення реформування ЖКГ як стратегія виходу України з фінансово-економічної кризи.....	68
<b>Колосов А.Г.</b> Формування конкурентного середовища як сучасна функція менеджера ЖКГ.....	74

### СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ НАУКИ

<b>Василик І.Б.</b> Проблеми водопостачання та водовідведення міста Тернополя (2002–2007 роки).....	82
<b>Лисенко К.Г.</b> Підходи до оцінювання студентських робіт, представлених на науково-практичну конференцію ДАЖКГ.....	88
<b>Фокін А.В.</b> Модель «ентомологічного» патенту.....	92
<b>АВТОРИ НОМЕРА</b> .....	96
<b>SUMMARY</b> .....	98
<b>АННОТАЦІИ</b> .....	102
<b>ВИМОГИ ДО СТАТЕЙ</b> .....	106

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО МОНІТОРИНГУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ПРИШЛЯХОВИХ СМУГ

Ю.О.Дорошенко, д-р техн. наук, Н.О.Іванченко, аспірант, Я.В.Ворожейкін, студент  
Державна академія житлово-комунального господарства

*Анотація* – У роботі представлено концептуальні підходи до моніторингу забруднення ґрунту важкими металами та моделювання екологічного стану певної території, зокрема, моделювання екологічного забруднення ґрунтового покриття пришляхових смуг. Основним методом обрано геометричне моделювання. Розглянуто геометричні особливості автомобільних доріг у плані їх впливу на зміну рівня і розподілу забруднюючих речовин в ґрунтовому покритті пришляхової території порівняно з прямолінійною трасою.

*Ключові слова* – моніторинг довкілля, моделювання, геометричне моделювання, екологічна безпека, екологічне забруднення ґрунту, пришляхова смуга, адаптивне прогностичне моделювання.

**Постановка проблеми.** Одним із питань, що розв'язує екологічна безпека як науково-прикладна галузь, є дослідження екологічного стану певних об'єктів довкілля та прогностичне моделювання розвитку екологічно небезпечних ситуацій з метою вироблення дієвих ґрунтованих заходів з метою забезпечення безпечної життєдіяльності населення та уникнення чи суттєве зменшення негативних наслідків техногенного впливу на довкілля. Сюди ж можна віднести й необхідність передбачення, попередження чи зменшення втрат від природних і техногенних катастроф. Сьогодні вже неможливо планувати і реалізувати подальший розвиток промисловості і сільського господарства без обліку наявного і прогнозованого забруднення атмосфери, природних вод, ґрунтів і його впливу на здоров'я і добробут людини, на стан тварин і рослин, усіх екологічних систем в цілому.

Екологічно небезпечні ситуації створюються пожежами, повеннями, викидами на поверхні землі, на акваторії чи в атмосфері різних забруднюючих та шкідливих речовин. До останніх належать, зокрема, викиди нафти, отруйних газів, накопичення важких металів у ґрунтовому покритті тощо. У багатьох країнах світу значні території ґрунтів, забруднених важкими металами, створюють екологічну небезпеку довкіллю. Особливо це стосується пришляхової смуги автомобільних доріг.

Важкі метали, потрапляючи в ґрунт з газопиловими викидами автотранспорту, стічними водами з поверхні автомобільних доріг накопичуються в ньому до небезпечних концентрацій і негативно впливають на ґрунтову біоту, на сільськогосподарські рослини, на тварин. По трофічних ланцюжках важкі метали можуть потрапити до людини і стати загрозою її здоров'ю.

Транспорт як галузь народного господарства нині став одним із найпотужніших чинників антропогенного впливу на довкілля. Розвиток мережі автомобільних шляхів, збільшення протяжності доріг та кількості автомобілів призвів до підвищення техногенного навантаження на довкілля та надмірного забруднення усіх складових навколишнього природного середовища, зокрема, пришляхового простору – у повітрі і на землі. Постійне збільшення інтенсивності руху автотранспорту призводить до прогресуючого зростання забруднення довкілля уздовж автомагістралей. Унаслідок забруднення приземних шарів повітря і ґрунтів обабіч автошляхів формуються первинні аномалії токсичних і канцерогенних речовин. Рослинність біля шляху забруднюється важкими металами як через потрапляння їх у ґрунт, так і через безпосереднє осідання аерозолів, сажі, пилу на поверхню рослин.

Проблема боротьби з забрудненням ґрунтів набула глобального світового характеру і є актуальною для України. Тому вивчення фізико-хімічних властивостей ґрунтів та з'ясування міграційної та акумулятивної здатності, дозволить ефективніше проводити екологічний моніторинг з метою вироблення адекватних дієвих заходів щодо запобігання поширенню забруднень та упередження досягнення критичного рівня забруднення довкілля.

Зважаючи на все зазначене вище, актуальною виглядає необхідність вдосконалення існуючих та розробки нових ефективних методів і технологій, які б забезпечували достовірний моніторинг, оперативне моделювання екологічного забруднення певних територій за визначеною обмеженою сукупністю даних та прогностичне поширення плям забруднення. Зазначене, зокрема, стосується ґрунтово-рослинного покриву пришляхової смуги. Останню відносять до екологічно небезпечних об'єктів у зв'язку із інтенсивним рухом автомобільного транспорту, що є джерелом екологічного забруднення внаслідок неконтрольованого викиду, випадання і розсіювання різних хімічних елементів. У першу чергу – важких металів.

Першочерговим завданням постає встановлення рівня екологічного забруднення пришляхових територій з метою вироблення адекватних заходів щодо запобігання поширенню забруднень та досягнення ними критичного (гранично припустимого) рівня. Супутніми задачами стають визначення підходів та розробка евристичних методів оцінки рівня екологічного забруднення, адаптація існуючих і розробка нових методів моделювання екологічного стану пришляхових територій з метою створення на їх основі комп'ютерних екологічних моделей проблемно-практичної орієнтації з широкими можливостями оперативної обробки емпіричної інформації та прогностичним передбаченням розвитку ситуації.

**Аналіз останніх досліджень.** Ґрунт – це складна багатокомпонентна природна колоїдна система. Використовуючи космічну енергію, різноманітні хімічні речовини навколишнього середовища, ґрунт трансформує їх у процесі складних біофізично-хімічних процесів і забезпечує продуктивний ріст та розвиток рослин.

Хімічне забруднення ґрунтів є наслідком проникнення в них речовин, що змінюють природну концентрацію наявних хімічних елементів до рівня, що перевищує норму. У результаті цього відбувається зміна фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Цей різновид забруднення є найбільш поширеним, довготривалим і небезпечним, веде до втрати ґрунтом родючості. Забруднені ґрунти можна розглядати насамперед як джерело вторинного забруднення атмосферного повітря. На основі проведених геохімічних і гігієнічних досліджень встановлена можливість використання рівня хімічного забруднення ґрунтів як індикатора неблагополучного стану атмосфери й оцінки ступеня небезпеки забруднення території для здоров'я населення. Базою для оцінки рівня забруднення ґрунтів стали значення фонові концентрації розглянутої речовини в ґрунтах виділеного регіону.

Надходження забруднюючих хімічних речовин із ґрунту в організм людини пов'язано із процесом їхньої міграції біологічними ланцюгами: *ґрунт – рослина – людина*; *ґрунт – рослина – тварина – людина*; *ґрунт – вода – людина*; *ґрунт – атмосферне повітря – людина* [1].

Потрапляючи в ґрунт, важкі метали постійно мігрують, переходячи в ту чи іншу форму хімічних сполук. Частина їх піддається гідролізу, може утворювати важкорозчинні сполуки і таким чином закріплюється в ґрунтовому середовищі. Рослини, як і всі живі організми, можуть протидіяти підвищенню концентрації важких металів лише до певної межі. А подальше підвищення концентрації призводить до пригнічення й загибелі живих організмів. Збільшення концентрації важких металів у верхніх шарах ґрунту збіднює видовий склад рослин та мікроорганізмів, зумовлює погіршення умов росту та розвитку рослинного покриву [3].

Важкі метали у ґрунті можуть:

- утворювати малорухливі форми у вигляді малорозчинних сполук;
- зв'язуватися у стійкі розчинні комплекси з численними органічними лігандами, зокрема гуміновими та фульвіновими кислотами;
- мігрувати у вигляді розчинних сполук;

- накопичуватися в рослинах і передаватися по ланцюгах живлення;
- поглинатися ґрунтовим вбирним комплексом;
- потрапляти в організм ґрунтових мешканців [1].

Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАНУ встановлено, що важкі метали негативно впливають на нодуляційну активність бульбочкових бактерій. За високих рівнів забруднення припиняється формування бульбочок і гальмується їх азотфіксуюча активність. На основі цих досліджень, була розроблена система показників для мікробіологічного моніторингу ґрунтів, забруднених важкими металами. Це дозволяє побудувати математичні моделі відгуку ґрунтової мікрофлори на забруднення довкілля важкими металами.

Уздовж автомагістралей значної шкоди прилеглим ґрунтам наносить забруднення їх важкими металами. Наприклад, свинець (як екологічний забруднювач пришляхового простору) надходить разом із викидами (відпрацьованим вихлопом) автотранспорту (поблизу автошляху на відстані до 200 м вміст Pb в 25–30 разів вищий, ніж у звичайних районах) [13].

У своїх дослідженнях Матвійчук Л.Ю. [10] визначила, що у ґрунтах приавтомагістральних смуг при наявності піщано-супіщаного субстрату розсіяні хімічні елементи мігрують у нижні частини ґрунтового покриву. Важко-суглинкові, глинисті ґрунти мають високу вологоємність, краще забезпечені гумусом, елементами живлення. Ці ґрунти є структурними та вважаються більш стійкими до водної та вітрової ерозії. Тому важкі метали повільно мігрують униз по профілю, залишаючись на поверхні ґрунту або в верхньому горизонті.

В.М. Ільїн з'ясував, що в ґрунтах важкі метали концентруються в поверхневому шарі. Вони слабо мігрують униз по профілю (більше це стосується Pb, Cu, Zn, менше – Cd).

Лозовицькою Т.М. [8] згідно проведених нею досліджень та розрахунку балансу важких металів в системі «ґрунт-рослина» встановлено залежність між виносом металів та типом забрудненого ґрунту. Свинець та кадмій мігрують вниз за профілем та виносяться рослинами легше на ясно-сірому ґрунті, ніж на чорноземі опідзоленому.

Загалом, від гранулометричного складу ґрунту залежить на скільки швидко важкі метали із стічними водами чи з опадами будуть проникати в профіль ґрунту.

Мірошниченко М.М. [11] в своїх дослідженнях показала, що забруднення ґрунту важкими металами призводить до зміни фізико-хімічної системи ґрунтів, а дисперсна система є дуже стійкою до цього впливу. Декальцинація ґрунтів визначається такими факторами: водним режимом, вмістом обмінного кальцію і магнію та наявністю їх мінеральних форм (природна вилугованість від карбонатів), кислотністю опадів і ґрунтового розчину, характером навантаження (поступове або залпове), кількістю поглинутої забруднюючої речовини і часом, що минув з моменту її надходження. Втрата агрегативної стійкості дисперсної системи може відбуватися тільки у невірноваженому стані одразу після адсорбції важких металів, тривалість якого зумовлена водним режимом.

Таким чином, під час моніторингу за рівнем забруднення ґрунтів необхідно знати закономірності та швидкість поширення забруднювачів у ґрунтового покриві пришляхових смуг в залежності від фізико-хімічних властивостей ґрунту, а саме від гранулометричного складу, структури, щільності зложення, пористості ґрунту та реакції ґрунтового розчину [14].

Еколого-географічні дослідження, що спираються на картографічне моделювання, супроводжуються збиранням, накопиченням та опрацюванням значних обсягів різнопланової фактологічної та картографічної інформації про стан навколишнього середовища. Найбільша результативність цих досліджень може бути досягнута за рахунок інтенсивного інформаційного обміну, з постійним поповненням інформаційних баз новими даними та їх порівнянням з раніше накопиченими та синтезованими, з побудовою багаторівневих інформаційних моделей – багатопланових цифрових мап місцевості з застосуванням ГІС-технологій.

На цей час розроблено теоретико-методичні основи еколого-географічного картографування з використанням сучасних технічних засобів та ГІС-технологій (на прикладі Київської

області [4]), створено перші автоматизовані картографічні інформаційні системи з можливістю картографічного відображення екологічної ситуації.

Картографічний метод дослідження дозволяє узагальнити всю еколого-територіальну інформацію, забезпечити послідовність і наступність проведення всіх етапів екологічного дослідження та наочно представити їх результати. Геоекологічні карти можуть відображувати минулий, сучасний та майбутній стан природного середовища та індустріально-урбанізованих територій (міст, промислових зон тощо) [12].

Значна частина літературних джерел та нормативних документів з проблеми виявлення і картографування екологічного забруднення пришляхових смуг присвячена розгляду технічних аспектів та викладенню нормативних положень щодо доріг різних категорій, де, зокрема, наводяться принципи класифікації доріг, регламентується їх призначення та визначаються особливості захисного озеленення. За різними джерелами вміст екологічно небезпечних складників автомобільних викидів у пробах ґрунту, відібраних на відстані від 50 до 200 метрів від осі автошляху, не так уже й рідко перевищує гранично допустимі концентрації (ГПК) у кілька разів. Це щонайменше утруднює господарське використання придорожніх земель: випас худоби, заготівлю сіна; вирощування сільськогосподарської продукції.

До найбільш вивчених у плані оцінки екологічного стану доріг відносяться Карпатські магістралі. Зокрема, Грабовським О.В. [2] за результатами проведених досліджень виділено чотири зони накопичення важких металів на примагістральних смугах: інтенсивного забруднення – 0–50 м від полотна дороги, де осідає близько 75% важких металів; середнього забруднення – 50–100 м від полотна дороги; слабого забруднення – 100–200 м від полотна дороги; відносно чиста ділянка – понад 200 м від полотна дороги, де вміст важких металів варіює в межах фонових величин.

Матвійчук Л.Ю. у [10] проаналізовано закономірності розсіювання хімічних елементів залежно від гіпсометричного рівня, форми дороги у плані, її крутизни на підйомах та спусках, вітрового режиму.

Оскільки від геометрії автомобільної дороги залежать рівень накопичення (щільність) у довкіллі та віддаленість розсіювання хімічних елементів від джерела забруднення, то геометричний аналіз форми дороги та прилеглої смуги набуває важливого значення в задачах моніторингу та математичного моделювання (у тому числі прогностичного) екологічного забруднення пришляхових територій.

**Метою дослідження** є актуалізація проблеми прогностичного моделювання поширення плям забруднення на поверхні землі та екологічного стану (забруднення) пришляхових територій, вироблення нових підходів щодо її успішного розв'язання у межах відповідного дослідження науково-прикладного характеру. Супутньою ціллю є розгляд геометричних особливостей автомобільних доріг у плані їх впливу на зміну рівня і розподілу забруднюючих речовин в ґрунтового покриві пришляхової території порівняно з прямолінійною трасою.

**Основні результати дослідження.** Останнім часом у зв'язку зі стрімким розвитком комп'ютерних засобів та інформаційних технологій, ускладненням розв'язуваних задач, необхідністю швидкого отримання розв'язку задачі (нехай і за рахунок зменшення точності), потребою операторного втручання в процес розв'язання задачі та багаторазового оцінювання ситуацій за змінених умов, неможливістю точного визначення усіх факторів впливу та їх повного адекватного врахування, все частіше для розв'язання екологічних задач замість математичного моделювання використовується імітаційне моделювання. Визначальними особливостями такого моделювання є використання як базових певних аналогів об'єкту моделювання (функціональних, поведінкових, іміджевих тощо), активна участь у модельному процесі кваліфікованого експерта з відповідної галузі знань та певна візуалізація протікання модельного процесу. А певним чином візуалізований аналог об'єкту моделювання (сукупність його унаочнених фазових портретів) ототожнюється (за вибраним параметром чи їх сукупністю) з об'єктом моделювання.

За таких обставин найбільш функціональним виявляється геометричне моделювання з графічним відтворенням певних станів модельного геометричного об'єкта. Таким модельним об'єктом досить часто виступають точкові чи лінійні геометричні об'єкти. Прикладом такого узагальненого лінійного геометричного об'єкту є топографічне подання рельєфу поверхні землі як сукупності ізоліній на карті чи плані місцевості, де кожна ізолінія показує висоту поверхні землі над рівнем моря. Скористаємося таким підходом для моделювання динаміки плям екологічного забруднення місцевості.

Геометрична формалізація такої задачі полягає у виділенні на обмежувальному контурі плями певних реперних точок чи точок всередині плями, де значення (величина) виділеного модельного параметру є сталим.

Продемонструємо пропонований підхід на прикладі моделювання поширення нафтової плями на поверхні водойми. На рис. 1 показано зафіксовані положення реперних точок, що належать контуру плями.

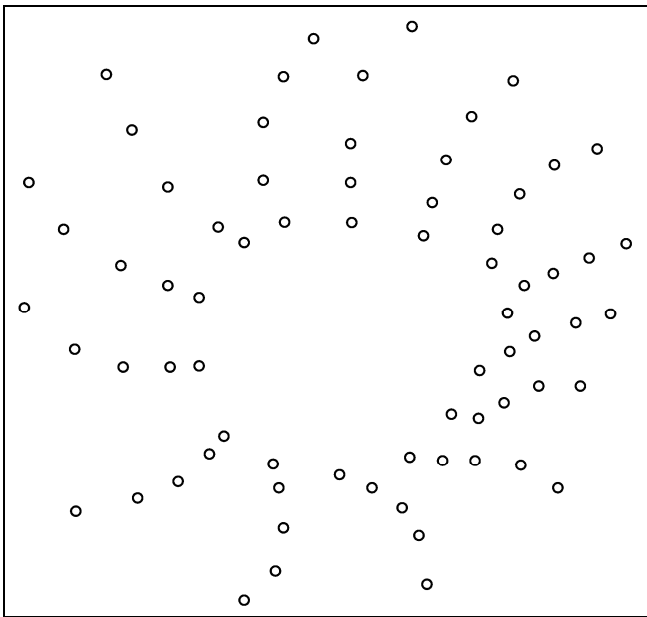


Рис. 1. Фіксація положення реперних точок на контурі плями

На контурі плями було визначально виділено 14 реперних точок. Зміна їх розташування (внаслідок переміщення контуру плями – розтікання нафти) показана для 5 спостережень.

Базовими геометричними об'єктами моделювання стають точки (реперні точки) та

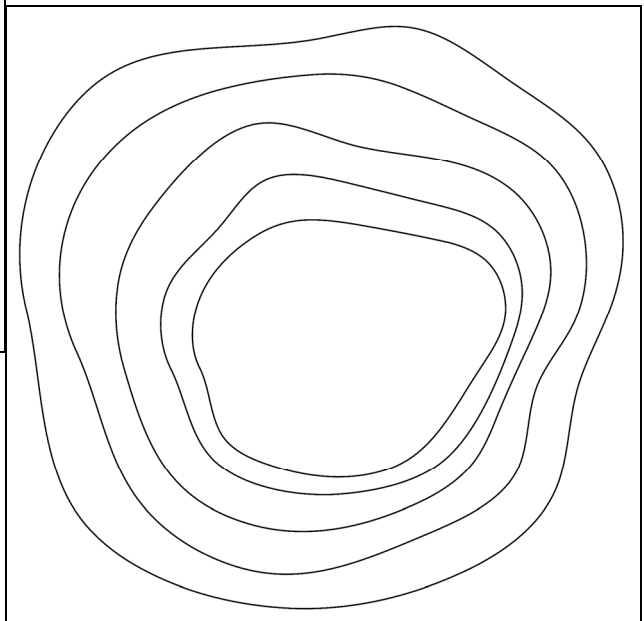


Рис. 3. Змодельовані крайки плями

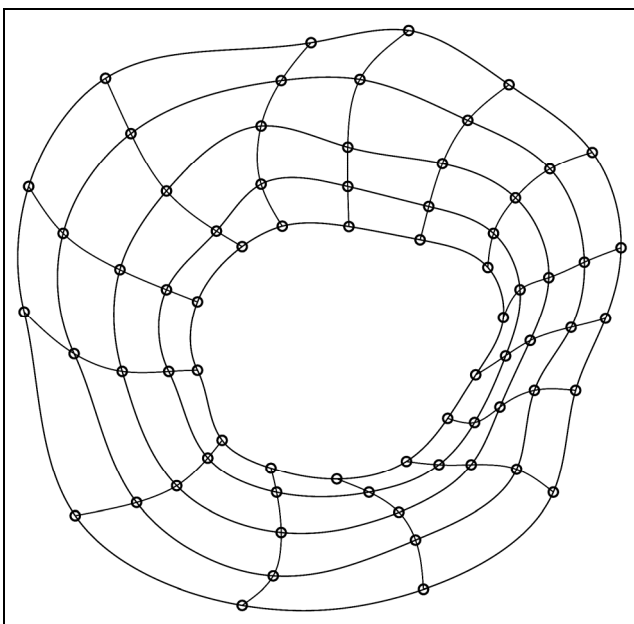


Рис. 2. Графічна модель динаміки плями для 5 моментів часу (станів)

лінії, що їх з'єднують (сім'ї ізоліній). Для даної геометричної моделі можна виділити дві сім'ї таких ізоліній – *конттури плями* та *траєкторії переміщення реперних точок*.

Інструментальним середовищем моделювання за такої постановки задачі може бути програма AutoCAD, що належить до систем автоматизованого проектування (САПР). У процесі графічного моделювання (як різновиду геометричного моделювання) реперні точки подаються як об'єкт "кілець", що будується за допомогою команди DONUT й розміщується за заданими координатами (x, y) на полі



креслення. Нагадаємо, що координати реперних точок отримано в результаті спостереження за плямою для 5-ти моментів часу.

Надалі процес моделювання полягає в побудові двох сімей ізоліній. Для цього використовується команда SPLINE (побудова гладких кривих ліній за заданим каркасом точок як кубічних сплайнів) з активізацією об'єктної прив'язки CENTER.

Результат такого моделювання показано на рис. 2. При цьому, три групи побудованих об'єктів (точки, крайки та траєкторії) для зручності подальшої роботи розташовані на окремих шарах креслення. Змодельовані крайки плями (при погашених інших шарах креслення) показані на рис. 3.

Побудована модель динаміки плями дозволяє спрогнозувати її подальший розвиток та відтворити форму її крайки у будь-який момент часу у межах виділеного періоду спостереження. Для цього за траєкторіями руху реперних точок у заданий момент часу на основі лінійної інтерполяції знаходимо положення точок крайки, за якими й будується власне крайка плями.

Описаний вище підхід може бути застосований для моделювання інших екологічних процесів і явищ схожої природи поширення.

Далі перейдемо до розв'язання задачі моделювання екологічного забруднення пришляхової території із застосуванням апарату геометричного моделювання.

Можна стверджувати, що на розміри (ширину) та розподіл щільності екологічного забруднення придорожньої смуги впливає низка чинників, що мають статичний (стаціонарний) і динамічний характер.

Серед стаціонарних чинників перш за все виділяють:

- геометрію автомобільної дороги та пришляхової смуги;
- лісові насадження вздовж доріг, які екранують поширення газопилових сумішей, утворених автотранспортними засобами.

До динамічних чинників відносять:

- категорію автомобільної дороги, що визначається її народногосподарським та адміністративним значенням та показує інтенсивність руху, співвідношення основних видів транспортних засобів тощо;
- погодно-кліматичні умови відповідної території, які впливають на закономірності розсіювання хімічних елементів на ґрунтового покриві пришляхової смуги (вологість повітря; характеристики атмосферних опадів; напрям, повторюваність та сила вітру тощо).

Одним із напрямків адаптивного прогностичного моделювання екологічного забруднення пришляхових територій із використанням набору уніфікованих моделей може бути геометричне моделювання на основі геометричних перетворень простору.

Практична реалізація зазначеного потребує:

- 1) розробки підходів щодо графічного подання моделі екологічного забруднення пришляхової смуги;
- 2) створення банку таких уніфікованих комп'ютерних моделей для стандартизованих умов;
- 3) визначення і групування параметрів форми автомобільного шляху (як певних його особливостей), які впливають на рівень екологічного забруднення пришляхової смуги;
- 4) геометрична формалізація впливу виявлених параметрів форми автомобільної дороги на рівень екологічного забруднення пришляхової смуги (у плані варіації базової моделі);
- 5) адаптація існуючого чи розробка нового апарату варіації базової моделі екологічного забруднення пришляхової смуги на основі геометричних перетворень простору;
- 6) комп'ютерна реалізація розробленого методу моделювання екологічного забруднення пришляхової смуги;
- 7) апробація та діагностування розробленого методу комп'ютерного моделювання;
- 8) доопрацювання базових моделей, математичного методу і програмного забезпечення.

Реалізація першого кроку полягає у застосуванні картографічного методу на основі ізоліній, що відповідають певному рівню екологічного забруднення.

Оскільки в основу прогностичного моделювання екологічного забруднення пришляхової смуги покладено геометричні перетворення простору, то результатом другого кроку має бути банк уніфікованих комп'ютерних моделей, що відображують екологічний стан для стандартизованих умов. За такі приймається прямолінійна ділянка дороги, розташована на горизонтальній площині.

За базові можна обрати дві моделі екологічного забруднення пришляхової смуги на основі двох законів зміни рівня такого забруднення – лінійного (рис. 4) і нормального (рис. 5). У цьому разі картографічні схеми екологічного забруднення пришляхової території (як сукупності ізоліній 75%, 50%, 25%, 0%) матимуть вигляд, представлений на рисунках 6 та 7 відповідно.

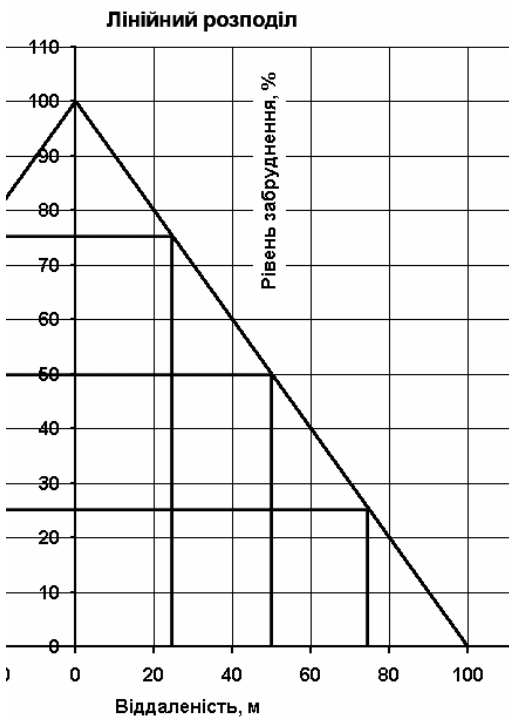


Рис. 4. Зміна рівня забруднення за лінійним законом

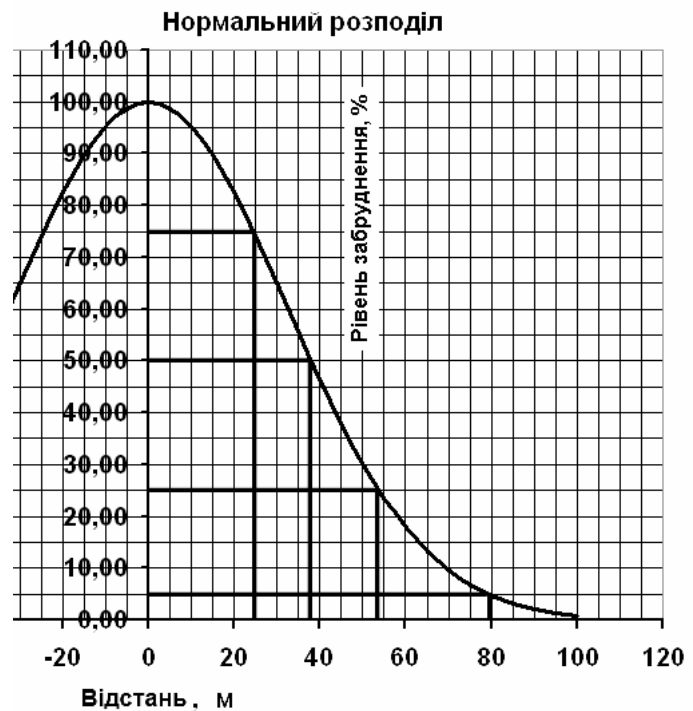


Рис. 5. Зміна рівня забруднення за нормальним законом

Загалом, автомобільні дороги поділяють на 5 категорій, в залежності від їх пропускної здатності, від кількості смуг руху, від ширини смуг, від ширини проїзної частини, від ширини земляного полотна, від ширини смуги відводу, від величини поздовжнього нахилу дороги (підйом чи спуск), від величини нахилу відносно горизонту бічних прилеглих смуг дороги (форми поперечного профілю прилеглої території), від радіусу закруглень дороги на її поворотах тощо [13]. Серед зазначених факторів виокремимо ті, що мають геометричний характер і впливають на щільність та розподіл екологічного забруднення пришляхової смуги. Це становить зміст третього кроку.

1. *Величина радіуса  $R$  повороту дороги.* Цей фактор зумовлює "віддалення" ізоліній рівня екологічного забруднення "зовні" і "наближення" ізоліній "всередині" ділянки (дуги) повороту.

2. *Форма поперечного профілю придорожньої смуги та нахил відносно горизонту її бічних сторін* (рис. 8).

3. *Поздовжній нахил дороги* (підйом чи спуск).

Для реалізації четвертого кроку щодо *першого фактору* (рис. 9) позначимо  $K^+$  – коефіцієнт зміщення (віддалення) ізолінії екологічного забруднення від дороги ззовні повороту;  $K^-$  – коефіцієнт зміщення (наближення) ізолінії екологічного забруднення від дороги всередині по-

вороту;  $E3\%^+$  та  $E3\%^-$  – рівень екологічного забруднення відповідно ззовні і всередині повороту дороги;  $L_y^+$  та  $L_y^-$  величина умовної відстані ізоляції від дороги за заданим рівнем екологічного забруднення (за рисунками 6 та 7).

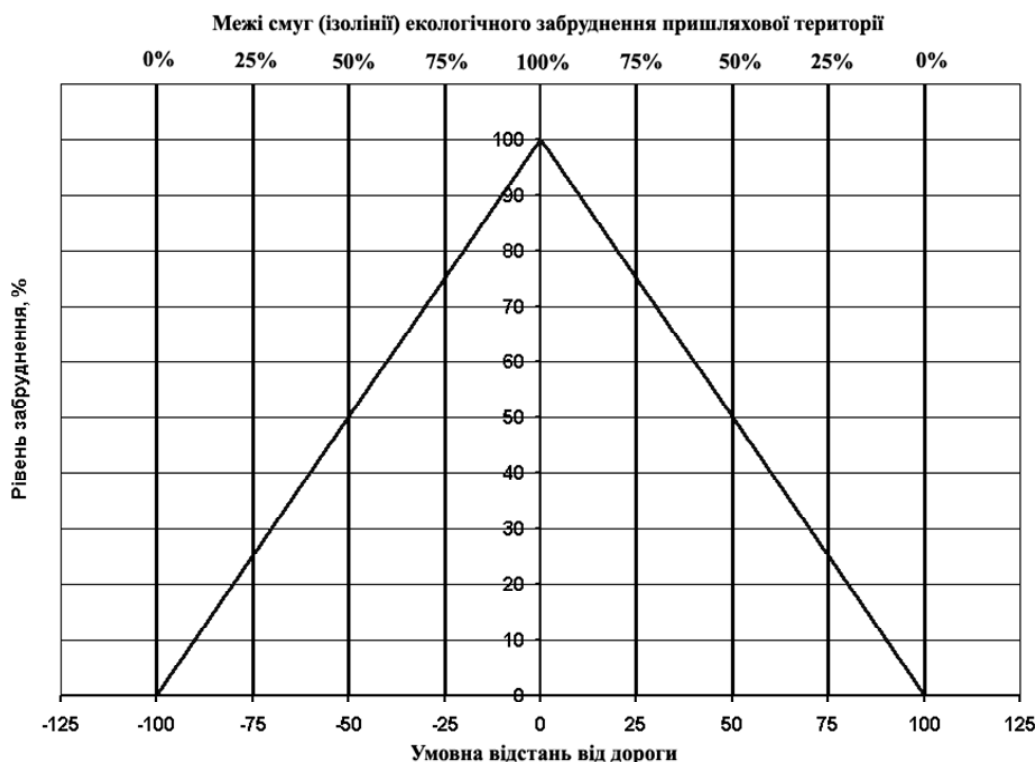


Рис. 6. Картографічна схема екологічного забруднення пришляхової території (згідно з рис. 4)

Розрахункові залежності для обчислення значень виділених змінних мають такий вигляд:

$$K^+ = \frac{l_D}{l} = \frac{\varphi R_D}{\varphi(R_D + \Delta R)} = \frac{R_D}{R_D + \Delta R};$$

$$K^- = \frac{l}{l_D} = \frac{\varphi(R_D - \Delta R)}{\varphi R_D} = 1 - \frac{\Delta R}{R_D};$$

$$E3\%^+ = K^+ E3\%; \quad L_y^+ = f(E3\%^+);$$

$$E3\%^- = K^- E3\%; \quad L_y^- = f(E3\%^-);$$

де  $\varphi$  – центральний кут дуги повороту дороги;  $R_D$  – радіус повороту дороги;  $\Delta R$  – відстань від дороги до місця визначення рівня екологічного забруднення;  $l_D$  – довжина ділянки дороги на її повороті;  $l$  – довжина ділянки у межах повороту дороги, де визначається рівень екологічного забруднення;  $E3\%$  – початковий рівень екологічного забруднення для базової моделі на відстані  $\Delta R$ ;  $f(E3\%^+)$  та  $f(E3\%^-)$  – базові моделі екологічного забруднення (рисунки 6 та 7). За обчисленими значеннями  $L_y^+$  та  $L_y^-$  будується нова картографічна модель екологічного забруднення відповідно до конкретної форми дороги.

Другий фактор здійснює аналогічний вплив на зміщення ізоляції базової моделі відповідно до нахилу бічних сторін пришляхової смуги.

Третій фактор проявляється у впадинах та на вершинах горбів.

Аналіз описаних вище підходів до побудови реальної екологічної моделі на основі базової дозволяє зробити висновок про доцільність застосування апарату геометричних перетворень в задачах екологічного моделювання. Розв'язання цього завдання становить зміст *n*'ятого кроку.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Продовження започаткованих досліджень передбачає програмну реалізацію всіх кроків запропонованого вище комплексного алгоритму та розробку комп'ютерної технології картографування екологічного забруднення пришляхових територій.

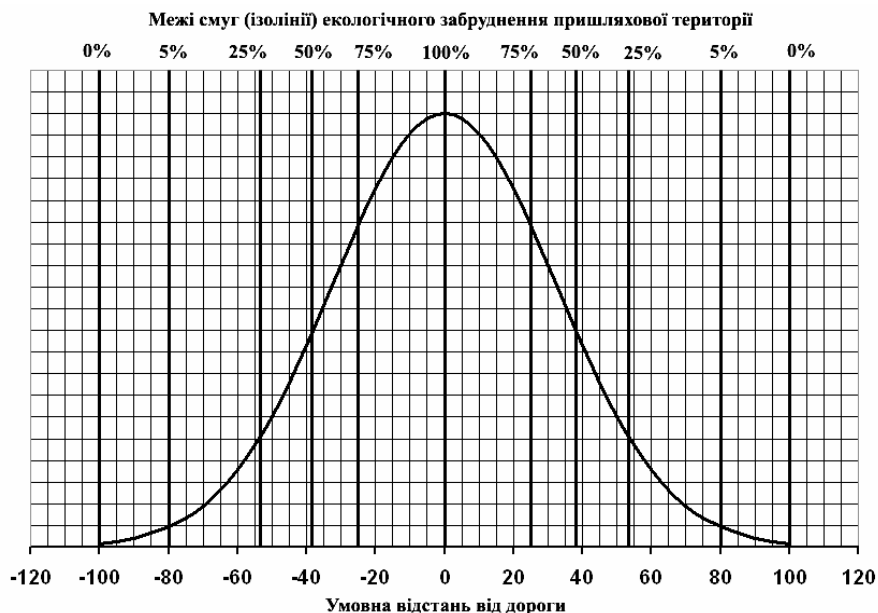


Рис. 7. Картографічна схема екологічного забруднення пришляхової території (згідно з рис. 5)

Розробка методик складання карти екологічного стану (забруднення) пришляхових територій. Насамперед, це стосується встановлення ступеня забруднення та рівня навантаження на території, прилеглі до автостради; виявлення закономірностей їх виникнення та формування; підготовки топографічної основи, прив'язки до місцевості і відображення природних особливостей території та господарської діяльності людини; розробки шкали ступеню забрудненості ґрунтів та відповідне зонування території.

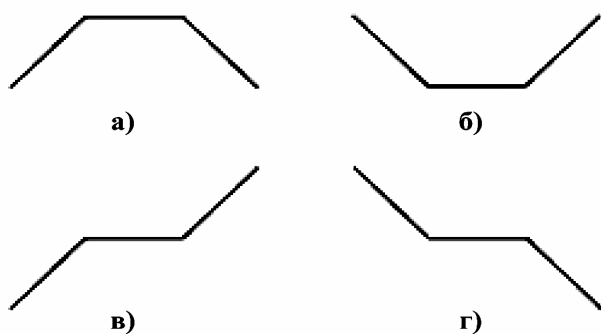


Рис. 8. Профілі придорожньої смуги

У подальшому передбачається також реалізувати такі завдання у плані розв'язання окресленої вище проблеми.

1. Проведення польових і лабораторно-аналітичних досліджень, спрямованих на вивчення екологічного стану ґрунтів пришляхових територій, зокрема:

- визначення вмісту найбільш небезпечних важких металів – Pb, Cd, Zn, Cu – та вивчення їх вертикальної міграції в ґрунті (методом атомно-адсорбційної спектроскопії [6];
- дослідження фізико-хімічних показників ґрунту (вміст гумусу, величина рН-ґрунту, ОВП) пришляхової території;
- виконання комплексної математико-статистичної обробки результатів експериментальних досліджень.

2. Розробка методики складання карти екологічного стану (забруднення) пришляхових територій. Насамперед, це стосується встановлення ступеня забруднення та рівня навантаження на території, прилеглі до автостради; виявлення закономірностей їх виникнення та формування; підготовки топографічної основи, прив'язки до місцевості і відображення природних особливостей території та господарської діяльності людини; розробки шкали ступеню забрудненості ґрунтів та відповідне зонування території.

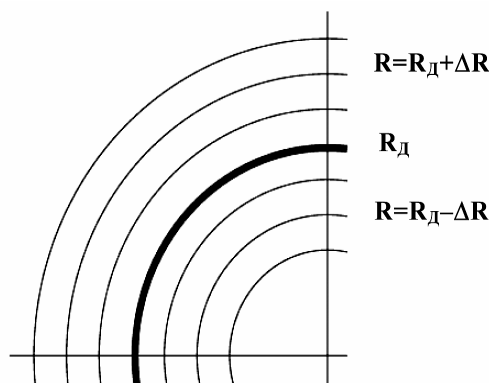


Рис. 9. Ізолінії екологічного забруднення на повороті дороги

Визначення рівня екологічного забруднення пришляхових територій передбачає наступне вироблення адекватних дієвих заходів щодо запобігання поширенню забруднень та досягнення критичного рівня забруднення ґрунту, що має важливе значення як для збереження родючості ґрунтів, так і для захисту й збереження здоров'я населення.

### Список використаних джерел

1. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум: Навч. посібник. – К.: Лібра, 2006. – 368 с.
2. Грабовський О.В. Міграція та акумуляція важких металів в агроценозах, прилеглих до автомагістралей, в умовах Закарпаття (ґрунт – рослинні – тваринні): Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Чернівці, 2002. – 20с.
3. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості/ В.І.Купчик, В.В.Іваніна, Г.І.Нестеров та ін.; Навч. посібник. За ред. В.І.Купчика. – К.: Кондор, 2007. – 414 с.
4. Даценко Л.М. Картографічне моделювання на базі ГІС-технологій в екологічних дослідженнях ґрунтів: Дис. ... канд. географічних наук за спеціальністю 11.00.12 – географічна картографія. – К.: Інститут географії НАН України, 2000. – 19с.
5. Дорошенко Ю.О. Політканинні перетворення у деформативному конструюванні геометричних об'єктів. – К.: Педагогічна думка, 2001. – 390 с.
6. Дорошенко Ю.О., Матющенко Н.В. Імітаційне моделювання і візуалізація динаміки екологічних процесів// Інформаційно-комунікаційні технології у середній і вищій школі: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м.Ізмаїл, 27–29 травня 2004 року). – Київ-Ізмаїл, 2004. – С. 206–213.
7. Іутинська Г.О. Концепція організації і створення діючої системи мікробіологічного моніторингу ґрунтів/ Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – №5. – С. 78–81.
8. Лозовицька Т.М. Автореферат дисертації «Міграційні та екотоксикологічні властивості синцю і кадмію в системі «ґрунт – рослина» і умовах західного лісостепу України». – Дніпропетровськ, 2006. – 21с.
9. Малишева Л.П. Геохімія ландшафтів. – К.: Либідь, 2000. – 470 с.
10. Матвійчук Л.Ю. Особливості забруднення важкими металами приавтомагістральних територій Волинської області: Автореф. дис. ... канд. географічних наук за спеціальністю 11.00.12 – географічна картографія. – К.: Інститут географії НАН України, 2008. – 22с.
11. Мірошніченко М.М. Стійкість ґрунту як основа педоекологічного нормування забруднення: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. – ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського УААН". – Харків, 2005. – 37 с.
12. Мірошніченко О.О. Використання картографічного методу та картографічних матеріалів при дослідженні міських екосистем/ Збірник матеріалів Міжнародної конференції «Сучасні проблеми біології, екології та хімії». – Запоріжжя, 2007. – С. 478.
13. Мостепан О.В. Оцінка впливу забруднених зливових вод з поверхні автомобільних доріг на навколишнє середовище: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Харків, 2004. – 18с.
14. Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А. Моніторинг навколишнього природного середовища: Навч. посібник. – К.: КНТ, 2007. – 172 с.