

Мацібора О.В.

Інститут географії НАН України

Кураєва І.В., Ю.Ю.Войтюк

Інститут геохімії, мінералогії та

рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ РОЗПОДІЛУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У МІСЬКИХ ҐРУНТАХ

Здійснено дослідження вмісту важких металів (Pb, Zn, Cu, Cr, Co, Sn) та сумарного показника забруднення (Zc) у ґрунтах урбоєкосистеми міста Умані. Створено моделі просторового розподілу концентрації важких металів у ґрунтового покриві досліджуваної урбоєкосистеми за допомогою геоінформаційного моделювання. Встановлено зв'язок вмісту важких металів та об'єктів промислового виробництва, що виступають факторами антропогенного навантаження на природні компоненти міського середовища.

Проведено исследование содержания тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Cr, Co, Sn) и суммарного показателя (Zc) в почвах урбоэкосистемы города Умани. Создано модели пространственного распределения концентрации тяжелых металлов в почвенном покрове исследуемой урбоэкосистемы с помощью геоинформационного моделирования. Выявлено связь содержания тяжелых металлов и объектов промышленного производства, которые являются факторами антропогенной нагрузки на природные компоненты городской среды.

The heavy metals (Pb, Zn, Cu, Cr, Co, Sn) concentration and their total content index (Zc) in soils of Uman city are investigated. The models of spatial distribution of the heavy metals concentration in soils of urban ecosystem using GIS modeling are created. Relations between the content of heavy metals and industry, such as one of the factor of anthropogenic influence on the natural components of the urban environment, are defined.

Постановка проблеми в загальному вигляді.

Розвиток міст та поглиблення процесів урбанізації призводить до підвищення антропогенного тиску на компоненти природного середовища. Інтенсивність і різноманітність комплексного впливу людської діяльності на геокомпоненти значною мірою переважає темпи адаптації і стійкість природних систем до зовнішніх факторів. У зв'язку з чим, для цілей оптимізації природокористування в межах великих міських агломерацій необхідним є вивчення змін функціонування окремих геокомпонентів, обумовлених антропогенним впливом.

Інтенсивна людська діяльність в межах урбоєкосистем спричинює суттєві, а в деяких випадках незворотні, зміни рельєфу, елементів гідрографічної мережі, природної рослинності та ґрунтового покриву. У великих містах антропогенний вплив стає визначальним для формування фізико-механічних, гранулометричних та геохімічних показників ґрунтів. Особливо небезпечним для ґрунтового покриву міст є забруднення шкідливими речовинами, зокрема важкими металами. Вивчення вмісту окремих хімічних

теорія і методологія

елементів у ґрунтовому покриві в просторовому аспекті є винятково важливим з позиції землекористування, нормування техногенного навантаження та екологічного менеджменту.

Застосування геоінформаційних технологій для вивчення розповсюдження важких металів у міських ґрунтах дозволяє із значним ступенем достовірності змодельовати просторовий розподіл хімічних елементів у ґрунтовому покриві урбоєкосистем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню міських ґрунтів [1-3], їх геохімічним особливостям [4-6], а також методам просторового моделювання [7, 8] приділяється значна увага в роботах сучасних дослідників. У відповідності до яких, на даний час, загальноприйнятим є вивчення міських ґрунтів з позиції [2]: а) ґрунтового утворення, що не відповідає ґрунту в класичному розумінні; б) ґрунту як біокосної системи, що складається з твердої, рідкої та газоподібної фаз з обов'язковою участю біоти, що виконує певні екологічні функції. Міські ґрунти формуються під впливом тих же факторів, що і природні, проте головним визначальним фактором залишається антропогенний. Серед найголовніших відмінностей міських ґрунтів від природних виділяють [5]: формування відбувається на насипних, намивних, перемішаних ґрунтовірних породах, інколи на культурному горизонті; наявність у верхніх горизонтах будівельного та побутового сміття; високий рівень забрудненості важкими металами; зміни фізико-механічних властивостей (знижена вологоємність, підвищена щільність, кам'янистість); ріст профілю відбувається головним чином за рахунок аерального напilenня.

Аналіз літературних джерел свідчить про відмінності у визначенні поняття «*міські ґрунти*», відповідно до завдань нашого дослідження цілком виправданим буде підхід, у відповідності до якого, такими слід вважати ґрунти, що знаходяться територіально в межах адміністративних кордонів міст і характеризуються різним ступенем антропогенної трансформації.

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Формування підходів до землекористування, нормування техногенного навантаження в межах міських систем на основі результатів еколого-геохімічних досліджень потребує поєднання емпіричних, лабораторно-експериментальних, статистичних методів та геоінформаційного моделювання. Вивчення просторового розподілу важких металів у ґрунтах урбоєкосистем дозволяє провести районування населеного пункту за ступенем техногенного забруднення, виділити об'єкти, що здійснюють найбільш суттєвий антропогенний вплив на природні компоненти, встановити причинно-наслідковий зв'язок між інтенсивністю промислового виробництва та геохімічними параметрами міських ґрунтів.

теорія і методологія

Виклад основного матеріалу дослідження

З метою дослідження просторового розподілу вмісту важких металів у ґрунтах міста Умані (Черкаська область) здійснено відбір зразків за регулярною сіткою в межах населеного пункту на глибині 0,05 м. Проектування мережі ключових ділянок, на яких здійснювався відбір проб, відбувалось з урахуванням функціональних особливостей структури міського середовища. Загальна кількість точок відбору зразків складає – 41, що дозволяє з належним рівнем точності виявити закономірності розподілу вмісту важких металів (Pb, Zn, Cu, Cr, Co, Sn) та обчислити сумарний показник забруднення (Zc) на основі врахування концентрації зазначених хімічних елементів на кожній ключовій ділянці.

Визначення концентрації важких металів у відібраних зразках ґрунтів відбувалось із застосуванням напівкількісного спектрального аналізу на спектрографі “СТЭ-1”. Зазначений підхід дозволяє виявити валовий вміст досліджуваних хімічних елементів та провести порівняння із відповідними фоновими показниками, за які приймаються параметри ґрунтів по за межами міської системи.

Отримані в результаті лабораторних досліджень геохімічні показники, були організовані у вигляді просторової бази даних засобами геоінформаційної системи QGIS 2.2.0-Valmiera. До атрибутивної інформації увійшли дані: порядковий номер ключової ділянки, географічні координати, населений пункт дослідження, адміністративний район, адреса прив'язка, глибина відбору зразка, вміст досліджуваних хімічних елементів (Pb, Zn, Cu, Cr, Co, Sn).

Просторова база даних розглядається як сховище еколого-геохімічної інформації, яка здатна інтерактивно взаємодіяти з користувачем, що дозволяє будувати запити та створювати вибірки за певними критеріями, умовами.

Створення моделей просторового розподілу вмісту важких металів у ґрунтах міста Умані відбувалось із застосуванням модуля геостатистичного моделювання, що входить до складу QGIS 2.2.0-Valmiera, методом просторової інтерполяції обернено пропорційно до відстані (IDW). Вибір IDW-інтерполяції обумовлюється можливістю її застосування у випадку, якщо набір даних характеризується нерівномірною зміною значень, що особливо актуально для геохімічних досліджень, оскільки значення вмісту важких металів на території промислових підприємств та рекреаційних зон можуть суттєво розрізнятися. Важливою особливістю методу IDW є здатність обчислювати проміжні значення змінної, враховуючи показники найближчих точок, що виключає вплив факторів, які не мають просторових зв'язків із обчислюваним вузлом регулярної мережі.

теорія і методологія

Об'єкти антропогенного навантаження міста Умані представлені першочергово об'єктами промислового виробництва, яке характеризується розгалуженою галузевою структурою [9]. Машинобудування представлено підприємствами ПАТ «Уманьферммаш», ПАТ «Мегомметр», ПАТ «Еталон», ТОВ «Рост». До енергорозподільчих підприємств міста належать: ПАТ „Уманьгаз”, КП „Уманьтеплокомуненерго”, КП „Уманьводоканал». Хімічна промисловість в Умані представлена фармацевтичною галуззю – ПрАТ «Технолог», ПАТ «Вітаміни» і ТОВ «Наша вата». Серед підприємств будівельної галузі варто виділити ПП «Світ вікон» та ПП «Уманський завод залізобетонних виробів». Концентрацію багатьох промислових об'єктів на обмеженій площі в межах міської системи варто розглядати як фактор підвищення валового вмісту важких металів у ґрунтовому покриві.

Вміст Со в ґрунтах міста Умані коливається в діапазоні 2-7 мг/кг. Просторовий розподіл Со відзначається загальною тенденцією до підвищення концентрації в південно-західному напрямку (рис. 1, а). На тлі встановленого тренду в межах урбоєкосистеми виділяються два райони підвищення даного показника, що імовірно пов'язано з розташуванням промислової зони в південно-західній частині та функціонуванням автовокзалу з інтенсивним транспортним потоком.

Просторовий розподіл Сг відрізняється наявністю однієї області підвищених показників (рис. 1, б), що в просторовому відношенні збігається з розташуванням центрального автовокзалу, де концентрація даного хімічного елемента досягає 100 мг/кг. Найнижчі значення вмісту Сг (до 30 мг/кг) властиві східній та північно-східній околицям міста.

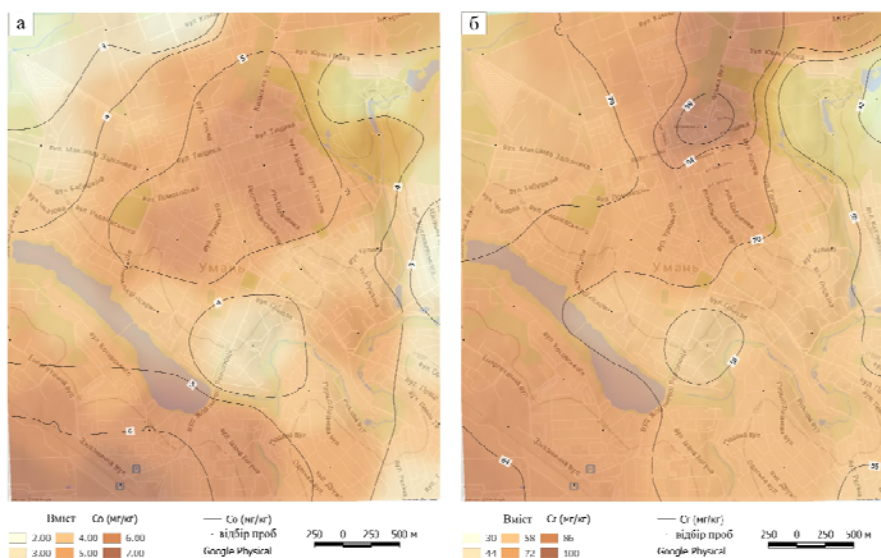


Рис. 1. Просторовий розподіл а) Со та б) Сг в ґрунтах м. Умань

Си в ґрунтах міста Умань концентрується значною мірою в межах промислової зони у південно-західних мікрорайонах, де досягає значень 77 мг/кг (рис. 2, а), що імовірно

теорія і методологія

пов'язано з інтенсивним розташуванням об'єктів виробництва. До районів з найменшими значеннями Cu варто віднести північну та південно-східну околиці, де концентрація не досягає 30 мг/кг.

Для Pb характерною залишається загальна тенденція до збільшення показників валового вмісту у південно-західному напрямку (рис. 2, б), але з виділенням двох областей підвищення концентрації – промислової зони (до 90 мг/кг) та центрального автовокзалу (до 103 мг/кг). Мінімум концентрації Pb спостерігається в південно-східній частині міста (до 36 мг/кг) та північно-східній (до 10 мг/кг), що імовірно пов'язано з відсутністю об'єктів промислового виробництва та автомобільних шляхів сполучення, які в даному випадку мають визначальне значення для формування просторового розподілу важких металів в межах даного поліфункціонального міста.

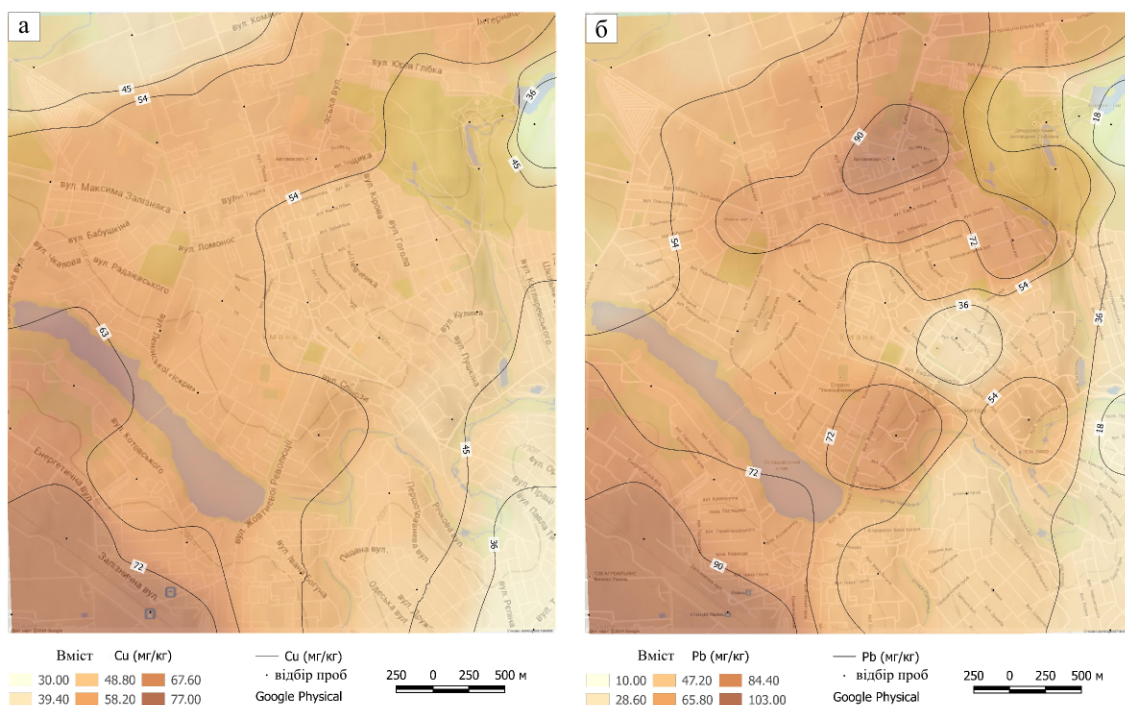


Рис. 2. Просторовий розподіл а) Cu та б) Pb в ґрунтах м. Умань

Розповсюдження валового вмісту Sn відзначається виділенням трьох районів відносного підвищення значень (рис. 3, а): в північній частині міста (до 5,5 мг/кг), поблизу центрального автовокзалу (до 6,5 мг/кг) та в південно-західних районах (до 7 мг/кг). Мінімум Sn спостерігається на північно-західній та південно-східній околицях (до 1 мг/кг). Концентрація Zn коливається в діапазоні від 310 мг/кг у північно-західних районах до 1300 мг/кг у південно-західній промисловій частині міста (рис. 3, б). Найменшими показниками вмісту Zn характеризуються ґрунти північно-західної (до 396 мг/кг) та східної (до 594 мг/кг) околиць міста Умань. Зазначений розподіл обумовлюється

теорія і методологія

антропогенними впливом промислових підприємств та концентрацією автомобільного транспорту поблизу центрального автовокзалу.

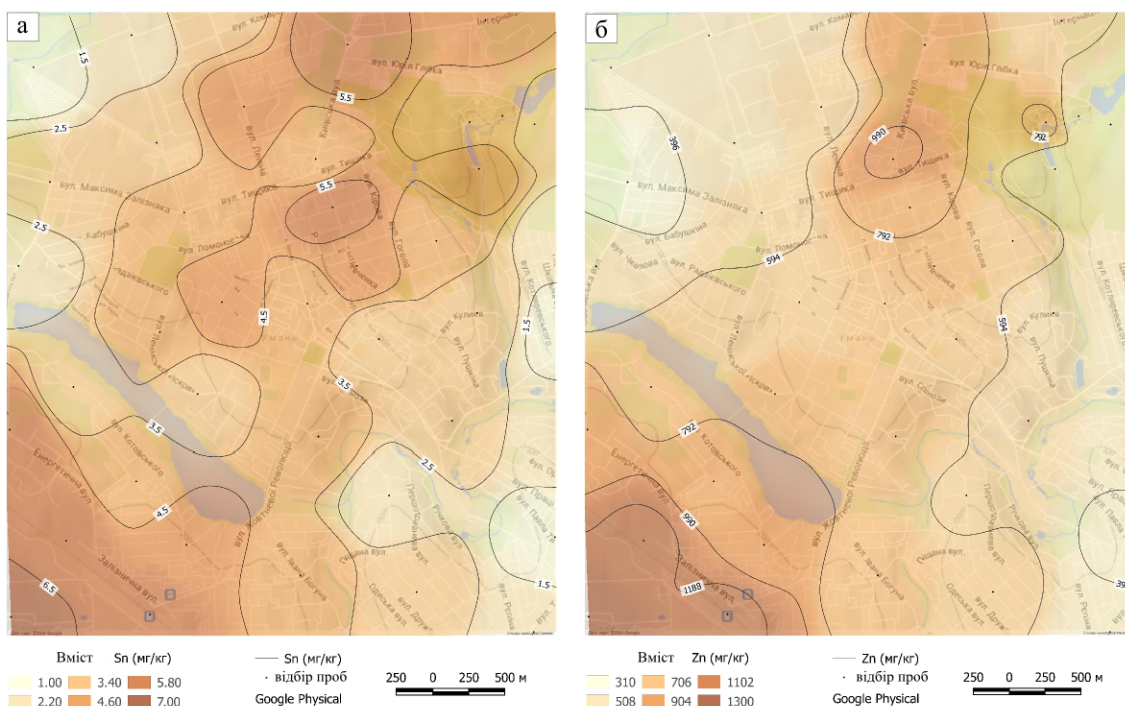


Рис. 3. Просторовий розподіл а) Sn та б) Zn в ґрунтах м. Умань

Висновки з даного дослідження

Застосування методів геоінформаційного моделювання для здійснення еколого-геохімічних досліджень ґрунтів урбоєкосистем дає змогу оцінити не лише абсолютні значення вмісту хімічних елементів (Pb, Zn, Cu, Cr, Co, Sn), але і їх просторовий розподіл, виокремити райони найбільш інтенсивного антропогенного навантаження, здійснити районування та нормування впливу об'єктів промислового виробництва, транспортної інфраструктури. Геостатистичне моделювання забезпечує перехід від дискретного набору емпіричних даних до континуальних поверхонь просторового розподілу важких металів, що дає змогу встановити причинно-наслідкові зв'язки між аномальними значеннями окремих геохімічних параметрів та розташуванням об'єктів антропогенного тиску.

Аналіз просторового розподілу сумарного показника забруднення важкими металами у ґрунтах міста Умані дозволив виявити, що найвищі значення даного параметру характерні для північної та південно-західної частин міста, що пов'язано з функціонуванням двох районів, які зазнають найбільшого антропогенного навантаження: промислової зони, району концентрації промислового виробництва, та центрального автовокзалу, що відзначається інтенсивним потоком автомобільних перевезень.

Робота виконана за фінансової підтримки Російського фонду фундаментальних досліджень в рамках наукового проекту № 14-35-50080-мол_нр.

теорія і методологія

Список використаних джерел та літератури

1. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров г. Воронежа и его экологические функции / Б.П. Ахтырцев // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды. – Воронеж, 1996. – С. 94-97.
2. Герасимова М.И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова и др. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.
3. Тітенко Г.В. Оцінка екологічного стану міських ґрунтів як засіб оптимізації території / Г.В. Тітенко // Вісник СумДУ. – 2006. - № 5 (89). – С. 149-152.
4. Аккумуляция тяжелых металлов в растениеводческой продукции зоны техногенеза / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Свиридова, Н.С. Кухарук и др. // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2008. – №10. – С. 142-149.
5. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2009. – 182 с.
6. Добровольский В.В. Роль органического вещества почв в миграции тяжелых металлов / В.В. Добровольский // Природа. – 2004. – №7. – С. 35-39.
7. Козлова Т.В. ГИС-аналіз екологічної якості урбанізованих територій / Т.В. Козлова, С.О. Шевченко // Наукоємні технології. – 2013. – Т. 13, № 1. – С. 104-111.
8. Лисецкий Ф.Н. Использование геоинформационных технологий для экологического мониторинга городских территорий / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Свиридова, В.И. Соловьев // Экологические системы и приборы. – 2007. – №8. – С. 12-17.
9. Промисловий комплекс міста [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uman-rada.gov.ua>.

Кривець О.О., Мельник Л.В., Гулейчук І.Ю.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ І ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ В ПУБЛІКАЦІЯХ ІНОЗЕМНИХ ДОСЛІДНИКІВ

Проблеми екологічної і техногенної безпеки є надзвичайно важливими в сучасному світі. Існує багато різних концепцій, що спрямовані на оптимізацію та становлення національної екологічної політики та екологічних стандартів в різних країнах. У кожній країні є власна стратегія національної екологічної безпеки. Також міжнародні об'єднання та організації створюють законодавчі документи в яких впроваджуються механізми контролю та управління екологічними ризиками та небезпеками, а також методи