

## **ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

УДК 911.53

**Л.Ю. Сорокіна, І.В. Рога**

### **МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ ГЕОХІМІЧНОЇ СТРУКТУРИ АНТРОПОГЕННО ЗМІНЕНИХ ЛАНДШАФТІВ (НА ПРИКЛАДІ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ)**

**Л.Ю. Сорокіна, І.В. Рога****МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ (НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОЙ ПОДОЛИИ)***Институт географии НАН Украины, Киев*

В статье представлена методика исследования геохимической структуры антропогенно измененных ландшафтов. Эта методика основывается на: 1) изучении природных свойств современных ландшафтно-геохимических систем, 2) анализе характера и интенсивности антропогенного воздействия, 3) выявлении тенденций изменений геохимических параметров ландшафтно-геохимических систем и их компонентов в условиях антропогенных нагрузок, 4) геопространственном представлении изменений геохимической структуры ландшафтов. Методика разработана и апробирована при изучении геохимической структуры ландшафтов Западной Подолии.

**Ключевые слова:** ландшафтно-геохимическая система; антропогенные изменения ландшафтов; методические исследования; картографирование.

**L. Sorokina, I. Roga****THE METHODOLOGY OF RESEARCH AND MAPPING OF GEOCHEMICAL STRUCTURE OF ANTHROPOGENICALLY CHANGED LANDSCAPES (WESTERN PODILLYA CASE STUDY)***Institute of Geography, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv*

The methodology of research of geochemical structure of anthropogenically changed landscapes is presented in the paper. This methodology is based on: 1) research of natural characteristics of modern landscape-geochemical systems, 2) analysis of kinds and intensity of anthropogenic impact, 3) identifying trends of changes of geochemical parameters of landscape-geochemical systems and their components under conditions of anthropogenic pressure, 4) geospatial representation of changes of geochemical structure of landscapes. The methodology is developed and tested by applying it to research of geochemical structure of landscapes of Western Podillya.

**Keywords:** landscape-geochemical system; anthropogenic changes of landscapes; research methodology; mapping.

Антропогенне навантаження на ландшафти значною мірою спричинене їхнім хімічним забрудненням та, відповідно, змінами геохімічних умов, що проявляються на всіх рівнях організації ландшафтно-геохімічних систем (ЛГС) – від елементарних до каскадних (басейнових) структур. Тому особливої ваги набувають аналіз і геопросторове представлення змін природного геохімічного фону ЛГС та загальних трендів змін ландшафтно-геохімічних показників внаслідок антропогенного впливу.

Метою статті є висвітлення методики дослідження та картографування геохімічної структури антропогенно змінених ландшафтів. Така методика ґрунтується на засадах геохімії ландшафтів, а також включає опрацьовані нами методичні прийоми, що стосуються виявлення та картографування антропогенно спричинених змін геохімічної структури ЛГС. Останні розроблені при вивченні сучасних геохімічних умов широколистянолісових ландшафтів Західноподільської височинної фізико-географічної області і можуть бути використані для інших природних або адміністративних регіонів (з урахуванням місцевих особливостей природо-

користування, ландшафтною та ландшафтно-геохімічною структури).

Теоретико-методологічна база нашого дослідження ґрунтується на роботах Б.Б. Полинова, М.А. Глазовської, О.І. Перельмана, М.С. Касімова, М.Ф. Глазовського, Н.П. Солнцевої, В.А. Снитка, В.Г. Волкової, Н.Д. Давидової, В.М. Гуцуляка, Л.Л. Малишевої, Л.М. Шевченко, Ю.Г. Тютюнника, інших дослідників, у працях яких сформульовано базові положення сучасної геохімії ландшафтів та вивчення їх техногенно спричинених змін. Деякі теоретичні позиції, необхідні для обґрунтування геохімічного вивчення наслідків антропогенізації ландшафтів, були визначені нами у роботі [24].

Вивчення факторів та закономірностей формування геохімічної структури антропогенно змінених ЛГС передбачає виконання кількох послідовних дослідницьких етапів (рис. 1).

Розглянемо зміст основних етапів.

#### **Вивчення природних властивостей сучасних ЛГС**

Вивчення ландшафтною структури території як інформаційної основи для подальших ландшафт-

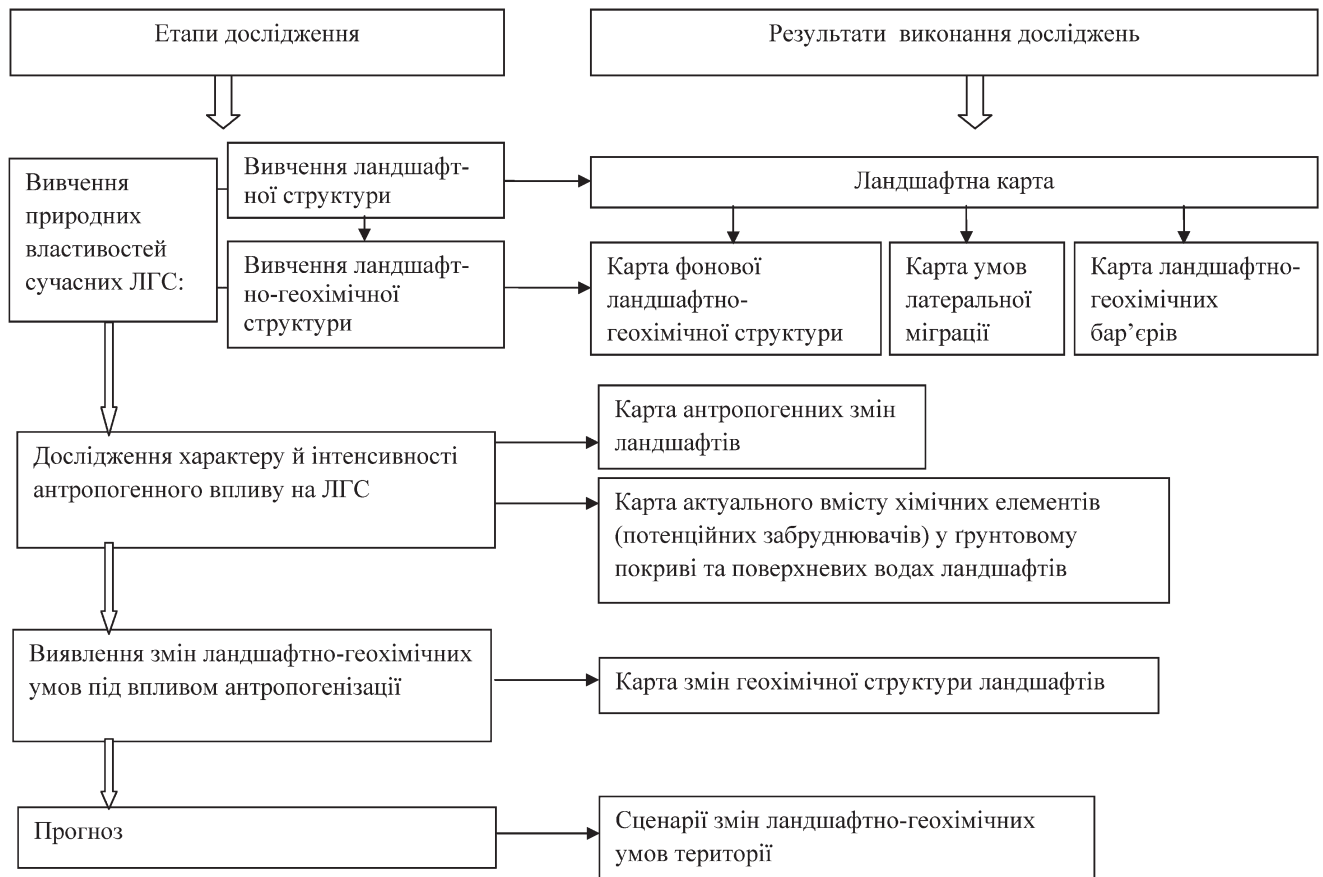


Рисунок 1. Алгоритм дослідження геохімічної структури антропогенно змінених ЛГС

тознавчо-геохімічних напрацювань виконується традиційними методами: польових досліджень, аналітичними, картографічними з використанням геоінформаційних систем, аналізу матеріалів ДЗЗ й інших, методичні засади застосування яких у ландшафтознавстві викладені у роботах А.А. Відіної, К.І. Геренчука, С.І. Кукурудзи, В.К. Жучкової, Е.М. Раковської, В.С. Давидчука, І.С. Круглова та інших науковців.

Дослідження ландшафтно-геохімічної структури зосереджені в основному на аналізі території з особливим акцентуванням на характерних особливостях латеральної геохімічної структури. При цьому радіальну геохімічну структуру, що відображає взаємодію та співвідношення між компонентами і блоками ЛГС, ми враховуємо за результатами і наслідками процесів перенесення речовини по вертикалі, що залежать від глибини залягання ґрунтових вод, кількості гумусу, потужності ілювіального горизонту ґрунту, типу умов місцезростання.

Класифікацію ЛГС розробили О.І. Перельман і М.А. Глазовська та для території України її вдосконалила й апробувала Л.Л. Малишева. Цю методику використано при геохімічному вивченні *фонових фізико-хімічних властивостей ландшафтних комплексів* досліджуваної території.

Уваги заслуговує питання щодо критеріїв, за

якими обираються фонові ландшафтно-геохімічні показники. Зазвичай, за фонові приймають геохімічні показники території, яка знаходиться у таких самих ландшафтно-геохімічних умовах, що й джерело забруднення, але на певній відстані від нього [22]. Цей підхід коректний при дослідженні впливу точкових джерел забруднення (промислових підприємств, сміттєзвалищ тощо). Проблемним є його застосування для вивчення площинних забруднень, зокрема сільськогосподарських угідь, які переважають у структурі природокористування Західного Поділля [26], а також полів забруднень, що утворюються в результаті трансграничного перенесення техногенних речовин.

Фоновими можна вважати геохімічні параметри природних ландшафтних комплексів заповідних територій [9]. Такий підхід не завжди стає можливим. Наприклад, у межах Західноподільської височинної області заповідні об'єкти займають незначні площі, вони не є ландшафтно репрезентативними для області і створені (відповідно, виведені з господарського використання) нещодавно (у 1980 – 90-ті роки).

На доцільність застосування палеопедогеохімічного аналізу, що надає змогу встановити природний фон території дослідження, тенденцію змін хімічних елементів у ґрунтах, підтвердити або заперечити техногенну складову у вмісті

хімічних елементів, вказує Ю. Дмитрук [8]. На жаль, змістовні дослідження палеоландшафтів мають точковий характер, що робить обмеженим їх використання при геопросторовому аналізі вихідних природних фонових показників вмісту хімічних елементів у ґрунтах територій, значних за площею і різноманітних за ландшафтною структурою.

Для визначення рівня техногенного забруднення застосовують показники кларку концентрації за А.П. Виноградовим або значення гранично-допустимих концентрацій (ГДК). Але такі підходи теж мають істотні недоліки. Наприклад, показники фону в окремих регіонах можуть бути вищими за ГДК, нормативні значення яких не враховують територіальних особливостей. Тому використання показників ГДК не дає можливості для об'єктивної оцінки рівня техногенного впливу [25].

Вибір еталонної території для вивчення фонових геохімічних параметрів, які спостерігались до інтенсивного антропогенного впливу, практично неможливий, тому що майже всі сучасні ландшафтно-геохімічні системи різною мірою антропогенізовані [19], перебувають у безпосередньому використанні, або ж під впливом глобального перерозподілу забруднювачів [10].

*Фоновими ми вважаємо параметри ландшафтно-геохімічних систем (хоча й антропогенізованих), які є характерними і домінуючими для певної території.* Таке розуміння сучасних фонових значень вмісту хімічних елементів у ЛГС, що перебувають під постійним антропогенним впливом, співставне з поняттям «техногенний фон», запропонованим О.О. Макуніною (1980), а також відповідає трактуванню фонового (а не інваріантного природного) вмісту елементів, що використано в роботах Л.Л. Малишевої [12, 13].

При геохімічних дослідженнях конкретного компонента ландшафту можна на основі усереднення кількісних даних отримати уявлення про геохімічні показники та хід геохімічних процесів. Порівняння таких усереднених (фонових) даних із показниками сучасних геохімічних обстежень ЛГС визначає рівень техногенного забруднення чи тенденцію змін відповідних геохімічних параметрів ландшафтно-геохімічних систем. Такий підхід до визначення змін геохімічних характеристик (показників) застосовують також у ґрунтознавстві [3, 25].

Відомості про геохімічний фон ЛГС та їх компонентів містяться у роботах [14, 15, 17, 27], де наведені усереднені геохімічні параметри ґрунтів. Основний метод просторової інтерпретації й аналізу цих даних – *ландшафтно-геохімічне картографування*.

Ландшафтно-геохімічні карти, зокрема карти елементно-компонентних, міграційних, бар'єрних структур укладаються на ландшафтній основі. Контури виділів на ландшафтних і

ландшафтно-геохімічних картах збігаються, тому що ландшафтно-геохімічна та морфологічна структури ландшафтних комплексів виділяються за однаковими ознаками: відносною однорідністю та їх генетичним взаємозв'язком. При цьому у дослідженні ландшафтно-геохімічної структури беруть до уваги хімічний склад компонентів і ландшафтно-геохімічних систем, їх фізико-хімічні властивості [12, 13, 16]. Така інтерпретація ландшафтних комплексів дає можливість класифікувати їх як ландшафтно-геохімічні одиниці.

При дослідженні просторової диференціації ЛГС важливим є врахування ряду ландшафтних факторів, зокрема режиму опадів, співвідношення опадів та випаровування, швидкості вітру, суми сонячної радіації, суми температур вищих 0°, ультрафіолетової радіації тощо [5]. При великомасштабних ландшафтознавчих і ландшафтознавчо-геохімічних дослідженнях відносно невеликих територій названі гідротермічні показники можна вважати квазіоднорідними [11], принаймні якщо брати до уваги їхні усереднені багаторічні значення. Досвід досліджень сезонних умов міграції забруднювачів у ландшафтах [4] свідчить про значні зміни міграційних обстановок на певній території протягом року. Однак, при аналізі антропогенних змін геохімічного фону ландшафтних комплексів річну (сезонну) змінюваність їхніх міграційних структур не розглядають. Основна мета дослідження – виявити загальні напрямки впливу господарської діяльності на геохімічну структуру досліджуваної території та багаторічні тенденції змін ЛГС в умовах антропогенізації. Тому при виділенні ландшафтно-геохімічних систем відповідно до методики [12, 13] було враховано:

- фізико-хімічні властивості верхнього (гумусового) горизонту, які регулюють процеси міграції й акумуляції хімічних елементів (рН, ємність катіонного обміну, вміст гумусу тощо);
- валовий вміст хімічних елементів із кларками концентрації  $> 1$ ;
- склад типоморфних елементів.

Такі підходи є основою для укладання на ландшафтній основі ландшафтно-геохімічних карт, що відображають фонову ландшафтно-геохімічну структуру [12, 13]. При цьому розширюється атрибутивна база ландшафтної карти за рахунок інформації геохімічного змісту. Геохімічні характеристики ЛГС систематизуються при формуванні легенд відповідних карт [12, 13].

Спираючись на викладене вище, наводимо принципи виділення класифікаційних одиниць та класифікацію ландшафтно-геохімічних систем Західноподільської височинної фізико-географічної області, розроблену з використанням принципів і методів геохімічної класифікації ландшафтів України [12, 13] із нашими уточненнями та

доповненнями.

Основними одиницями цієї класифікації є клас, тип, підтип, вид.

*Клас ландшафтно-геохімічних систем* встановлено за вмістом типоморфних елементів. Назва класу надається відповідно до наявних у ЛГС типоморфних елементів, наприклад, Са-клас, Н-Са-клас та інші.

Регіональні великомасштабні дослідження потребували деякої деталізації при виділенні класів водної міграції. На доповнення до класів ЛГС, представлених на дрібномасштабній ландшафтно-геохімічній карті України [12, 13], нами виділено додаткові. У Західноподільській височинній області чималі площі зайняті ЛГС, що характеризуються різною мірою оглеєними ґрунтами. Відповідно до класифікації ЛГС, взятої нами за основу, їх необхідно було б віднести до Н-Са|Н-Fe-класу. Однак, у зазначеній класифікації до Н-Са|Н-Fe-класу відносяться супераквальні геохімічні урочища заплав і балок. Недоцільно було б об'єднувати з ними автономні урочища вододілів чи супераквальні урочища схилів межирічної рівнини – ці ландшафтні комплекси характеризуються іншими геохімічними параметрами, міграційними процесами, ступенем оглеєння, умовами зволоження тощо. Тому ЛГС вододільних поверхонь, схилів, а також лощин, де поширені глейові ґрунти (сірі, темно-сірі опідзолені, чорноземи опідзолені та інші) ми відносимо до Н-Са|(Н-Fe)-класу, а з глеюватими ґрунтами – до Н-Са|[Н-Fe]-класу. Подібний підхід до означення класів ЛГС застосовано у роботах В.М. Гуцуляка [6]. У такій індексації (з використанням круглих та квадратних дужок) запроваджено принцип позначення індексів ґрунтових горизонтів, що мають різний ступінь оглеєння. Отже, у межах досліджуваної території виділено такі класи ЛГС: Са, Н-Са, Н-Са|[Н-Fe], Н-Са|(Н-Fe), Н-Са|Н-Fe, СаСО<sub>3</sub>|Н-Fe, Н-Fe та Са-СО<sub>4</sub>|Н-Fe.

*Тип ландшафтно-геохімічних систем* визначено за переважаючими хімічними елементами у гумусовому горизонті ґрунтів із кларками концентрації >1.

Порівняно з дрібномасштабною ландшафтно-геохімічною картою України [12, 13] нами додатково, як окремий тип виділено ЛГС із високою концентрацією сірки. Характерною особливістю Придністер'я є закарстованість території. Гіпси, а також вапняки на значній площі розташовані відносно неглибоко, подекуди виходять на денну поверхню, що зумовлює ускладнення ландшафтно-геохімічної структури (виділення її наземної та підземної підсистем), режиму функціонування [20]. У геохімічному відношенні змінюються міграційна структура, умови перерозподілу стоку (переважають радіальні потоки), формується своєрідний хімічний склад поверхневих і підземних вод через

збагачення їх сульфатами [20, 28]. Ці ландшафтні комплекси ми відносимо до Н-Са; Н-Са|[Н-Fe] та Н-Са|Н-Fe класів, оскільки іони SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> у верхніх гумусових горизонтах ґрунтів не є типоморфними. Однак, зважаючи на унікальні ландшафтну та ландшафтно-геохімічну структури, території з галогенним карстом у межах відповідних класів ми виділяємо як окремі типи ЛГС.

*Підтип ландшафтно-геохімічних систем* виділено за вмістом гумусу, кислотністю ґрунтів, а також ємністю катіонного обміну у верхньому (гумусовому) горизонті ґрунтів. Інтервали угруповань у межах підтипу за вмістом гумусу (%) визначено: <3, 3.1–5.0, 5.1–7.0, 7.1–9.0, 9.1–11.0, >11; за кислотністю (рН сольове) – < 3.5, 3.6 – 4.5, 4.6 – 5.5, 5.6 – 6.5, 6.6 – 7.5, 7.6 – 8.5, >8.5; за ємністю катіонного обміну (мг-екв/100г ґрунту) – <20.0, 20.01–30.0, 30.01 – 40.0, 40.01– 50.0. >50 [12, 13].

*Вид ландшафтно-геохімічних систем* визначено за вмістом мулистої фракції гумусового горизонту ґрунтів. Інтервали угруповань вибрано відповідно до класифікації ґрунтів за механічним складом (% часток < 0,001 мм): <10, 10.1-20.0, 20.1-30.0, 30.1-40.0, 40.1-50.0, >50 [12, 13].

Основним джерелом інформації щодо вмісту мікроелементів були публікації [14, 25]. Показники ємності катіонного обміну, вмісту гумусу, кислотності ґрунтів, інших агрохімічних характеристик отримано за даними, вміщеними у [17, 18, 27]. У нашому дослідженні вони використані при укладанні карт ландшафтно-геохімічних структур для означення фонових характеристик ЛГС. Таке картографування виконано для території Західного Поділля на рівні геохімічних урочищ.

### Дослідження характеру й інтенсивності впливу на ЛГС господарської діяльності

Внаслідок надходження до ландшафтно-геохімічних систем невластивих їм хімічних елементів і сполук можуть формуватися нові геохімічні умови, а також відбуватися перебудова, руйнування вихідних ЛГС або їх окремих компонентів [22], виникати техногенні аномалії, з якими пов'язані забруднення цих ландшафтно-геохімічних систем. Щодо поняття *хімічного забруднення*, ми дотримуємось визначення, за яким це є “зміни природних хімічних властивостей середовища, які полягають у перевищенні на певний період середніх багаторічних коливань кількості хімічних речовин, що негативно впливають на екосистеми” [21, 28.].

Найнебезпечнішими для навколишнього середовища та людини вважаються техногенні аерозолі, хімічні речовини, важкі метали, пластмаси та інші забруднювачі, які мають канцерогенні й мутагенні властивості. Експерти ЮНЕСКО до особливо небезпечних відносять понад

200 речовин та сполук, зокрема – бензол, азбест, пестициди, бенз(а)пірен, важкі метали (ртуть, кадмій, свинець), різні барвники, харчові добавки [28]. На території України найпоширенішими видами є хімічне забруднення важкими металами, нафтопродуктами, солями, оксидами і сполуками сірки, азоту, вуглецю, хлору, що містяться у викидах, стічних водах, відходах. Загрозу становлять також пестициди та мінеральні добрива при неконтрольованому їх застосуванні [28]. Виділяють й штучні речовини, що утворюються в результаті промислового синтезу [12, 22].

У нашому дослідженні увагу акцентовано на вмісті та формі знаходження в ЛГС важких металів, зокрема, Zn, Pb, Cr, Ni, Mo, Cu, Mn, а також пестицидів і мінеральних добрив як найбільш характерних забруднювачів досліджуваної території. Забруднення ландшафтів техногенними речовинами ми розглядаємо як одну зі складових їхніх сучасних антропогенних перетворень, що проявляються у різних за характером та ступенем змінах компонентів ландшафтів.

Виявлення закономірностей та шляхів просторового перерозподілу забруднювачів виконується з використанням карти антропогенних змін ландшафтів. Вона укладається за методикою, розробленою В.С. Давидчуком, Л.Ю. Сорокіною, М.Ф. Петровим [7, 11, 23]. Об'єкти класифіковано відповідно до ступеня змінності компонентів ландшафтних комплексів на фітоваріантні, гігроваріантні, літоваріантні. Серед фітоваріантних антропогенно модифікованих ландшафтних комплексів виділяємо ліси культурного походження (з урахуванням породного складу насаджень), чагарники та рідколісся, луки (з диференціацією за характером зволоження та, відповідно, рослинних угруповань), агроценози. Ліси та луки оцінено та класифіковано за видовим складом рослинності й умовами місцезростання шляхом їхнього зіставлення (overlay-аналізу) з ландшафтними виділами. Гігроваріантні ландшафтні комплекси представлені агроценозами в зонах впливу меліоративних систем та ставками. До літоваріантних відносяться ландшафтні комплекси, зайняті міською й сільською забудовами, промисловими підприємствами, кар'єрами, шляхами сполучення. Окремо виділено зони впливу навколо населених пунктів, промислових підприємств, санітарно-захисні зони вздовж автошляхів, залізниць, трубопроводів. Щодо визначення зон впливу потенційних джерел забруднень, то їх площа становить від 20 до 50 розмірів площі великих промислових центрів [1], для міст із незначним розвитком промисловості вони обмежені відстанню у 8-10 км, для залізниць та автошляхів – смугою у 0,1-0,2 км [16].

Виконану на ландшафтній основі карту антропогенних змін ЛГС можна розглядати як деталізовану карту структури природокористування,

оскільки її основний зміст – це сучасне використання території. Однак, на відміну від традиційних карт такого змісту, основні функціональні типи угідь на ній диференційовано залежно від ландшафтних характеристик.

З використанням стандартних процедур ГС-аналізу виконується накладання зон впливу техногенних об'єктів на ареали антропогенних змін ландшафтів. Для кожного техногенного об'єкта (або їх територіальних сполучень) конкретизується перелік основних хімічних елементів-забруднювачів. Завдяки цьому до відомостей про зміну фізико-хімічних властивостей ЛГС сільськогосподарського використання, які є домінуючими для території нашого дослідження, додається інформаційний шар з даними про зміни геохімічного фону ландшафтів внаслідок промислового та деяких інших видів впливу.

### **Виявлення змін ландшафтно-геохімічних умов під впливом антропогенізації**

Традиційно при геохімічних дослідженнях особливу увагу приділяють ґрунтовому покриву, оскільки у ґрунтах сконцентровано всі ландшафтоутворюючі геохімічні потоки, найінтенсивніше відбувається розкладання рослинних залишків і, відповідно, формування хімічного складу поверхневих та ґрунтових вод. Саме ґрунти, як відомо, є середовищем, що депонує основну кількість забруднюючих речовин, вони є важливою ланкою у їх подальшому перерозподілі у компонентах ландшафту [16].

Найінформативнішим джерелом даних про сучасні агрохімічні параметри ґрунтового покриву території є фондові матеріали – результати регулярних обстежень ґрунтів сільськогосподарського призначення. Цінність таких матеріалів полягає в тому, що аналітичні дані мають територіальну «прив'язку» (принаймні, на рівні полів), що дає можливість інтерпретації їх у межах відповідних ландшафтних комплексів. У нашому дослідженні використано дані Тернопільського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції за 2004, 2007-2009 роки. Окремі відомості отримані з матеріалів Державного підприємства „Тернопільський науково-дослідний інститут землеустрою” (за 1970 – 1990 роки). Також використано літературні джерела, що узагальнюють результати сучасних ґрунтознавчих досліджень [25].

Завдяки порівнянню різночасових значень (1950-60 та 1990-2000 роки) показників фізико-хімічних властивостей ґрунтів (з їх територіальною прив'язкою) встановлено певні закономірні зміни характеристик ЛГС агроугідь: кислотності (рН), вмісту гумусу, окремих макро- та мікроелементів: N, P, K, Co, Cu, B, Zn, Mo, Mn (табл. 1).

Для досліджуваної території нами виявлені

Таблиця 1. Зміни основних фізико-хімічних характеристик ґрунтового покриву західноподільських ландшафтів за даними 1950-60 років [17] та сучасних обстежень агроугідь (фрагмент)

Фізико-хімічні характеристики ґрунтів		рН сольове				Сума ввібраних катіонів, мг-екв/100г ґрунту				Гумус, %							
		Опубліковані дані	Середнє значення	Кількість використаних значень	Коефіцієнт варіації	Рівниця	Опубліковані дані	Середнє значення	Кількість використаних значень	Коефіцієнт варіації	Рівниця	Опубліковані дані	Середнє значення	Кількість використаних значень	Коефіцієнт варіації	Рівниця	
ґрунти	Індекси ландшафтних комплексів	Ясно-сірі опідзолені глейові середньосуглинкові	4,7	4,92	5	0,4	<b>0,22</b>	10	20,7	5	8,7	<b>10,7</b>	2,2	1,46	9	0,16	<b>-0,74</b>
		Сірі опідзолені глейові середньосуглинкові	4,8	5,8	14	0,33	<b>1</b>	9,2	19,2	14	2,89	<b>10</b>	2,3	1,9	14	0,39	<b>-0,4</b>
		Темно-сірі опідзолені глейоваті середньосуглинкові	5,3	5,83	14	0,32	<b>0,53</b>	16,2	22,6	14	3,01	<b>6,4</b>	3,2	2,94	14	0,44	<b>-0,26</b>
		Темно-сірі опідзолені глейоваті слабозмиті середньосуглинкові	5,3	5,7	3		<b>0,4</b>	16,2	23,9	1		<b>7,7</b>	3,2	3,03	1		<b>-0,17</b>
		Темно-сірі опідзолені глейові середньосуглинкові	-	5,7	4				21,2	1					2,68	1	
Чорноземи опідзолені середньосуглинкові	5,5	5,8	2	0,14	<b>0,3</b>	19,7	23,2	2	1,7	<b>3,5</b>	3,6	3,3	2	0,04	<b>-0,3</b>		
Чорноземи опідзолені глейоваті середньосуглинкові	5,1	5,8	17	0,29	<b>0,7</b>	15,6	22,8	17	2,81	<b>7,2</b>	3,5	2,88	17	0,35	<b>-0,62</b>		
Чорноземи опідзолені глейові середньосуглинкові	-	5,7	2	0,14			22,5	2	0,71			2,4	2	0,04		-	
Чорноземи лучні	-	5,75	2	0,64			25,75	2	8,27			3,09	2	0,16		-	
Лучні глибокі	115	-	6,5	1			29	1				3,01	1			-	

Клас	Підтип	Сума ввібраних катіонів, мг-екв/100г							
		<20,0				20,0-30,0			
		Гумус, %							
		<3		3,1-5,0		<3		3,1-5,0	
		рН							
Вид (% фр. <0,01)	4,6-5,5	5,6-6,5	4,6-5,5	5,6-6,5	4,6-5,5	5,6-6,5	4,6-5,5	5,6-6,5	
<b>H-Ca</b>	30,1-45	1,2,18,31,32, 33,34,35,56,80, 81,102,103, 118,119,137 93	36,37, 38,57, 58,61	4,41,42, 83,123, 124	11,39, 120	1,2,18,31, 32,33,34, 35,56,80, 81,102,103, 118,119,137	3, 11, 39, 120 82,43	3	4,41,42, 83,123, 124 49,50,51
	45,1-55						121 65	121	
<b>H-Ca [H-Fe]</b>	30,1-45	44,45 66,67	44,45	24,70,71					
<b>H-Ca (H-Fe)</b>	30,1-45	14,85,126 22,23,68,	14,85	5			5,126		

Рисунок 2. Легенда карти геохімічних структур антропогенно змінених ландшафтів Західноподільської височинної фізико-географічної області (фрагмент)

зміни геохімічної структури на рівні підтипів ЛГС в агроландшафтах H-Ca, H-Ca|[H-Fe], H-Ca|(H-Fe) класів (оскільки підтип ЛГС визначається саме за показниками кислотності та вмісту гумусу).

Основні тенденції змін геохімічної структури антропогенно перетворених ландшафтів пов'язані з процесами втрати гумусу, змінами кислотно-лужних умов, що призводять до порушення міграційних процесів, трансформації бар'єрної структури, погіршення буферних властивостей ґрунтів і, відповідно, стійкості до забруднювачів.

У матричній легенді ландшафтно-геохімічної карти (рис. 2) індекси ЛГС, які внаслідок зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтів були віднесені до іншої класифікаційної одиниці, подано курсивом у первинному варіанті їхнього розташування та жирним шрифтом – у теперішньому їх місцеположенні. Для наочності такі “переходи” в легенді також позначено стрілками від комірки з характеристикою попередніх (тобто фонових) значень даної ЛГС до комірки з актуальними значеннями цього ж виділу ЛГС. У такий спосіб відображено антропогенну змінність ЛГС та віднесення її до іншої класифікаційної одиниці.

Разом із тим, слід зазначити певну умовність прийнятої градації ЛГС на рівні підтипів, оскільки вона, очевидно, не враховує певні найхарактерніші для окремих різновидів ґрунтів інтервали значень

показників вмісту гумусу, величини рН та суми ввібраних катіонів, а розділяє їх на рівні інтервали (наприклад, для суми ввібраних катіонів: >20, 20-30, 30-40, 40-50 мг-екв/100 г ґрунту).

На карті ландшафтно-геохімічної структури ті ЛГС (геохімічні урочища), для яких встановлені такі зміни, подано різними штриховками, що відповідають змінам параметрів ЛГС того чи іншого змісту. Геопросторова інтерпретація виявлених змін геохімічних умов досліджуваної території виконана для ландшафтно-геохімічних систем, що перебувають у сільськогосподарському використанні.

ЛГС, для яких характерні інші види господарського використання, аналізуються в аспекті змін їхніх геохімічних умов із залученням результатів відповідних досліджень і аналітичних даних. Зокрема, геохімічні умови ландшафтів лісгосподарського призначення, що сформувалися під впливом природних чинників, також певною мірою змінюються внаслідок особливостей хімічного складу сучасного рослинного покриву – переважно насаджень культурного походження, або ж вторинних (похідних) лісів. У нашій роботі вони розглянуті як найменш змінені (у межах досліджуваних територій). Тому на карті змін геохімічної структури їх охарактеризовано з використанням опублікованих даних про геохімічні умови

ландшафтів зони широколистяних лісів.

Зони впливу міст на карті геохімічної структури антропогенно змінених ландшафтних комплексів подано ареалами відповідного розміру з зазначенням основних речовин-забруднювачів, характерних для конкретних населених пунктів, що потрапляють з їх промислових підприємств та інших джерел.

При визначенні антропогенних змін ландшафтно-геохімічних параметрів території внаслідок промислового, автотранспортного та іншого техногенного забруднення проводяться додаткові аналітичні дослідження ландшафтів, що перебувають під таким впливом. Під час проведення польових робіт на Західному Поділлі у 2007-2010 рр. нами відібрано проби ґрунтів для виявлення їх техногенного забруднення. Результати аналізів дали можливість доповнити карту антропогенних змін геохімічних умов ландшафтів даними про сучасний вміст у ґрунтах важких металів (Zn, Pb, Cr, Ni, Mo, Cu, Mn) та деяких інших хімічних елементів. Аналітичні роботи для цього виконані методом спектрального аналізу на спектрографі СТЭ-1 в Інституті геохімії, фізики мінералів та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України. Для досліджуваної території, яка характеризується порівняно невеликим техногенним навантаженням (промисловими об'єктами, транспортною мережею тощо), сучасний вміст важких металів порівнюється з фоновими показниками, оскільки майже всі отримані значення знаходяться у межах ГДК.

### Прогноз розвитку змін ландшафтно-геохімічних умов території

Це заключний прикладний етап дослідження. Для забезпечення його достовірності слід враховувати не лише дані про природні властивості ландшафтних та ландшафтно-геохімічних систем, а й сучасні та перспективні варіанти природокористування, що визначаються суспільно-економічними процесами. Відповідно прогнозують різні рівні

антропогенних навантажень на ЛГС та опрацьовують сценарії ймовірних змін ландшафтно-геохімічних умов території.

Наприклад, для території наших досліджень за нинішніх умов господарювання характерне інтенсивне використання сільгоспугідь для вирощування ріпаку. Наведені у статті [2] дані свідчать, що у Тернопільській області щорічно збільшуються площі, зайняті цією виснажливою для ґрунтів технічною культурою: у 1990 р. посіяно 9,1 тис. га, у 2006 р. – 25,1 тис.га, а у 2008 р. – 66 тис.га. За даними Тернопільського інституту агропромислового виробництва на вирощування ріпаку з одного гектара посівної площі за один рік витрачається в середньому 100-150 кг азоту, 30-50 – фосфору та 80-120 – калію [2]. Це призводить до змін ґрунтового-геохімічного фону і, як наслідок, – трансформації геохімічної структури ландшафтів. Збереження, відновлення природних властивостей родючих західноподільських ґрунтів стане можливим при запровадженні необхідних агротехнічних заходів, що будуть ефективнішими при врахуванні кількісних значень та загальних тенденцій змін геохімічних умов агроландшафтів.

### Висновки

Методика дослідження факторів та закономірностей формування геохімічної структури ландшафтів ґрунтується на вивченні природних властивостей сучасних ландшафтно-геохімічних систем, на аналізі характеру й інтенсивності антропогенного впливу, на виявленні тенденцій змін геохімічних параметрів ландшафтно-геохімічних систем та їх компонентів за умов антропогенної перетвореності. Практичне значення таких досліджень забезпечується геопросторовим представленням ландшафтно-геохімічних умов конкретного регіону, що надає можливості оперувати кількісними показниками та розробляти науково обґрунтовані прогнози і заходи щодо вдосконалення системи природокористування.

1. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация // М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.
2. Баца В. Ріпакова ейфорія: чи витримає її наша земля? // Вільне життя. – № 50. – 24.06.2009.
3. Важенин И.Г. Методические рекомендации по обследованию и картографированию почвенного покрова по уровням загрязненности промышленными отходами. – М.: ВАСХНИЛ, 1987. – 27 с.
4. Голубцов О.Г. Сезонні стани латеральної міграції забруднювачів: теоретичні і методичні аспекти // Укр. геогр. журн. – 2008. – № 3. – С. 33-37.
5. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1988. – 328 с.
6. Гуцуляк В.М. Ландшафтно-геохімічна екологія. – Чернівці: Рута, 2001. – 248 с.
7. Давидчук В.С., Петров М.Ф., Сорокіна Л.Ю. Принципи класифікації міських природно-антропогенних комплексів / Географічні проблеми великого міста: Тези доп. респ. конф. – К.: Знання, 1991 – С. 17-18.
8. Дмитрук Ю. Оцінка часової динаміки екологіобіогеохімічного статусу ландшафтів // Вісник Львів. ун-ту. Серія геогр. – 2007. – Вип. 34. – С. 72-78.
9. Жовинський Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов Украины. – К.: Наук. думка, 2002. – 213 с.
10. Ковда В.А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушения человеком / Биогеохимические циклы в биосфере: Материалы VII пленума СКОПЕ. – М.: Наука, 1973. – С. 19-86.
11. Ландшафты Чернобыльской зоны и их оценка по условиям миграции радионуклидов / Под ред. А.М.Маринича.- К.: Наук. думка, 1994. -112 с.



12. Малишева Л.Л. Геохимия ландшафтов: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2000. – 472 с.
13. Малишева Л.Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій: Монографія – К.: РВЦ “Київський університет”, 1997 – 264 с.
14. Микроэлементы в почвах СССР / Под ред. В.А. Ковды, Н.Г. Зырина. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 281 с.
15. Микроэлементы в почвах СССР / Под ред. В.А. Ковды, Н.Г. Зырина. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 252 с.
16. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрель, 1999. – 768 с.
17. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т 1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты. – К.: Урожай, 1988. – 296 с.
18. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т. 2. Продуктивность почв, пути ее повышения, мелиорация, защита почв от эрозии и управление плодородием / Под ред. Б.С. Носко, В.В. Медведева, Р.С. Трускавецкого. – К.: Урожай, 1988. – 176 с.
19. Преображенский В.С., Мухина Л.И. Современные ландшафты как природно-антропогенные системы // Известия АН СССР. Серия геогр. – 1984. – № 1. – С. 19-27.
20. Проскурняк М.М. Структура закарстованих ландшафтів (на прикладі окремих регіонів лісостепу Східно-Європейської рівнини): Автореф. ... канд. геогр. наук. – К. – 1996. – 25 с.
21. Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. - М.: Недра, 1990. - 335с.
22. Солнцева Н.П. Методика ландшафтно-геохимических исследований влияния техногенных потоков на среду // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. – М.: Наука, 1981. – С. 41-77.
23. Сорокіна Л. Антропогенізовані ландшафти як варіанти природних // Вісник Львів. ун-ту. Серія геогр. – 2004. – Вип. 31. – С. 208 – 214.
24. Сорокіна Л.Ю., Рога І.В. Геопросторовий аналіз антропогенних змін ландшафтно-геохімічних умов території (теоретичний аспект) // Укр. геогр. журн. – 2011. – № 1. – С. 38-43.
25. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / За ред. А.І. Фатєєва, Я.В. Пашенко. – Харків: КП Друкарня № 13, 2003. – 117 с.
26. Царик Л.П. Еколого-географічний аналіз і оцінювання території: теорія та практика (на матеріалах Тернопільської області). – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2006. – 256 с.
27. Черноземы СССР (Украина) / Под ред. В.М. Фридланда, И.И. Лебедевой, Т.П. Коковиной, В.Д. Кисель. – М.: Колос, 1981. – 256 с.
28. Хилько М.І. Забруднення навколишнього природного середовища // Екологічна енциклопедія: у 3 т. / Редколегія: А.В. Толстоухов (головний редактор) та ін. – К.: ТОВ “Центр екологічної освіти та інформації”, 2007. – Т. 3. – С. 30-31.
29. Хильчевський В.К., Акіом С.Д. Оцінка впливу гіпсового карсту на стік хімічних речовин у верхній частині басейну Дністра // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К: Ніка-центр, 2001. – Т. 2 – 872 с.

Інститут географії НАН України, Київ

Отримано 15.04. 2011

УДК 631.6.02(477.75)

**О.І. Єргіна, С.Г. Чорний**

## **МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ФОРМУВАННЯ РЕЦЕНТНИХ ҐРУНТІВ У ЛАНДШАФТАХ КРИМУ**

**О.И. Ергина, С.Г. Черный**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЦЕНТНЫХ ПОЧВ В ЛАНДШАФТАХ КРЫМА**

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь  
Николаевский государственный аграрный университет*

Рассмотрены теоретические основы моделирования процесса почвообразования. На базе накопленного материала по изменению мощности почв во времени построены модели изменения скорости почвообразования для почв, образующихся в различных эколого-географических условиях Крымского полуострова.

**Ключевые слова:** моделирование; «горбатые» модели; рецентное почвообразование; скорости почвообразования.

**O. Yergina, S. Chorny**

**THE MODELLING OF SPEED OF RECENT SOIL FORMATION IN LANDSCAPES OF CRIMEA**

*Taurida V. Vernadsky National University, Simferopol  
Mykolayiv State Agrarian University*

The theoretical foundations of modelling the process of soil formation are considered. On the basis of the data on time changes of soil thickness the models of change of soil formation rate have been made for soils in different eco-geographical conditions of the Crimean Peninsula.

**Key words:** modelling; “humpback” model; recent soil formation; soil formation rate.

© О.І. Єргіна, С.Г. Чорний, 2011