

УДК 911.3

Дідура Р.В.

Вінницький державний педагогічний університет ім. Михайла Коцюбинського

Геохімічні дослідження дорожніх ландшафтів

У статті розглянуто проблему дослідження забруднення важкими металами дорожніх ландшафтів, що сформувалися на основі автомагістралі Київ – Одеса; проаналізовано попередній досвід подібних досліджень вітчизняними та зарубіжними науковцями, дана характеристика природних умов автомагістралі Київ – Одеса. Для проведення детальних геохімічних досліджень сучасного стану дорожніх ландшафтів виділено і обґрунтовано п'ять локальних ділянок, що безпосередньо примикають до автомагістралі – перша знаходиться в м. Київ (Київська обл.); друга поблизу м. Біла Церква (Київська обл.); третя розташована в м. Умань (Черкаська обл.); четверта поблизу причорноморського узбережжя на околицях Хаджибейського лиману (Одеська обл.); п'ята поблизу м. Одеса (Одеська обл.). Проведені на цих ділянках дослідження показали, що в ґрунтах придорожніх смуг активно накопичуються цинк, свинець, кадмій та мідь, основним джерелом їх надходжень є вихлопні гази автомобілів та дорожня інфраструктура. Зразки ґрунту відбирались на відстані: 5,10,15 м. від автомагістралі з глибин 0-10 см. Загалом забруднюючий вплив автотранспорту на дорожні ландшафти значний, що дало можливість залежно від вмісту важких металів у ґрунтовому покриві виокремити чотири зони: інтенсивного забруднення (0-5 м. від полотна автодороги); середнього забруднення (5-10 м.); слабого забруднення (10-15 м.) та відносно чистої (понад 20 м. від полотна автомагістралі). Виділено аномальні ділянки на території дослідження. Вмісту важких металів у ґрунті дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ – Одеса приділено мало уваги, однак ця проблема є актуальною у наш час.

Ключові слова: автомагістраль Київ – Одеса, дорожній ландшафт, примагістральна смуга, важкі метали, ґрунт, мідь, кадмій, цинк, забруднення ґрунту, педосфера.

Didura R.V. Geochemical studies of road landscapes. The article deals with the problem of investigation of the heavy metal pollution of road landscapes formed on the basis of the Kiev – Odessa highway; the previous experience of such researches by domestic and foreign scientists is analyzed, the characteristic of natural conditions of the Kiev – Odessa highway is given. Five local sections directly adjacent to the motorway have been identified and substantiated for detailed geochemical studies of the current state of road landscapes – the first is located in Kyiv (Kyiv region); a friend near the town of Bila Tserkva (Kyiv region); the third is located in Uman (Cherkasy region); the fourth near the Black Sea coast on the outskirts of the Hadzhibei estuary (Odessa region); five near the city of Odessa (Odessa region). Studies conducted on these sites have shown that zinc, lead, cadmium and copper are actively accumulating in the roads of the roads, the main source of their revenue is vehicle exhaust and road infrastructure. Soil samples were taken at a distance of 5.10.15 m from the motorway from a depth of 0-10 cm. Copper content in all local areas varies within normal limits. In general, the polluting effect of motor transport on road landscapes is considerable, which made it possible to distinguish four zones depending on the content of heavy metals in the soil cover: intensive pollution (0-5 m. From the lane of the road); medium pollution (5-10 m); light pollution (10-15 m) and relatively clean (more than 20 m from the motorway lane). Almost all heavy metals are within acceptable limits and do not exceed the MPC on the Kiev – Odessa highway, but there are heavy metals that have exceeded the MPC twice, namely zinc and cadmium. Anomalous areas in the study area were identified. Nowadays there is no state policy with legal, regulatory and economic regulation of the impact of the heavy metals on the environment and public health, the reduction of emissions of the heavy metals into the environment by vehicles, and the complete ban on the use of petrol containing heavy metals, which emphasizes the need for its continuation.

Key words: Kyiv – Odessa highway, road landscape, road reserve, heavy metals, soil, copper, cadmium, zinc, soil pollution, pedosphere.

Наявність проблеми. Діяльність людини часто призводить до негативних наслідків пов'язаних із забрудненням довкілля. Із стрімким розвитком технологій виникли різні технічні вироби, які полегшують життя (автомобілі, комп'ютери, потяги і т.д.), однак із екологічного погляду ці вироби не лише полегшують

життя, але і погіршують навколишнє середовище. За даними Інтернет-джерел станом на 2018 рік у світі зареєстровано 1 млрд 300 млн автомобілів. При цьому 95% від загального числа - це легкові автомобілі. Підраховано, що до 2035 року на планеті буде функціонувати 2 млрд автомобілів. Кожний автомобіль споживає бензин, дизель або газ, який із рештками перероблених речовин викидає в атмосферу, що осідають у приміагістральних смугах (5-100 м від полотна автодороги). Поряд із дорожніми ландшафти майже завжди є сільськогосподарські, лісові, водні, селитебні та інші ландшафти, які потрапляють під шкідливий вплив від функціонування автотранспорту. Найбільш чутливим індикатором еколого-геохімічної ситуації є ґрунт. Великої шкоди навколишньому середовищу завдають важкі метали (ВМ), які осідають в придорожній зоні та забруднюють атмосферу, водні ділянки, ґрунтовий та рослинний покрив. ВМ можуть акумулюватись та мігрувати в ґрунтовому та рослинному покриві. Така властивість ВМ до накопичення у геокомпонентах і ландшафтних комплексах, спонукає віднести їх до групи найнебезпечніших ландшафтних політантів.

Аналіз попередніх публікацій. Останніми десятиріччями вітчизняні та закордонні науковці приділяють велику увагу охороні та оптимізації ґрунтового покриву від надлишкового вмісту хімічних елементів. Стеценко Д.О. та Долін В.В. вивчали вміст важких елементів у ґрунтах лісових екосистемах Чорнобильської зони відчуження. Розраховували балансовий вміст ВМ у ґрунтовому профілі досліджуваних ділянок [5]. Дослідженням вмісту важких металів у ґрунтах на території Волинської області займалися С.В. Грелюк, З.С. Одноріг та О.З. Ковальчук. Вченими було досліджено основні шляхи забруднення ґрунтового покриву [3]. О.М. Вальчук-Оркуша разом із Г.І. Денисиком вивчали структуру дорожніх ландшафтів Поділля [4]. Міграцією та акумуляцією важких металів в агроценозах прилеглих до автомагістралей у Закарпатському регіоні, займався О.В. Грабовський [2]. В.А. Юрченко, О.Г. Мельникова та М.В. Янчик дослідили поверхневі стічні води із автомобільних доріг та дорожньо-інфраструктурних комплексів на території Харківської області [8]. На території Чернівецької області еколого-геохімічну оцінку дорожніх геосистем провели М.В. Танасюк та Г.Д. Ходан [6]. Ю.І. Чикайло досліджувала дорожню ландшафтно-інженерну систему Львів – Краковець [7]. Науковцем проведено еколого-геохімічний аналіз ґрунтового та рослинного покриву у межах полігонів (репрезентативних ділянок) уздовж придорожніх смуг автодороги М–10, також проаналізовано екологічний стан водних об'єктів у межах дорожньої ландшафтно-інженерної системи. І. М. Волошин та О. О. Галаган досліджували дорожні ландшафтні системи та особливості забруднення приавтомагістральних території у межах Волині, змодельовали розподіл важких металів у приміагістральних геосистемах [1]. Проведені дослідження підтвердили те, що ґрунтовий покрив містить значну кількість досліджуваних важких металів порівняно з фоновими значеннями. У вище зазначених аспектах мало дослідженою – є дорожня ландшафтно-інженерна система Київ – Одеса.

Метою дослідження є аналіз та оцінка забруднення важкими металами ґрунту дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ – Одеса.

Методика дослідження. Методика проведення геохімічних досліджень зокрема дорожніх ландшафтів розроблена достатньо. Для проведення визначення рухомої форми важких металів в ґрунтах придорожньої зони зразки ґрунту відбирали самостійно згідно з ГОСТ 17.4.3.01 і ГОСТ 17.4.4.02, на відстані 5, 10 та 15 м від автомагістралі Київ – Одеса. Глибина взяття проб ґрунту сягала від 0

до 10 см у п'ятикратній повторності. У зв'язку із меридіональним положенням автотраси обрано 5 натурних ділянок, на відстані 70-100 км одна від одної. Проби ґрунтів відбирали у поліетиленові пакети із паспортом до кожної проби. Безпосередньо після відбору, проби ґрунту висушили до повітряно-сухого стану у приміщенні та були передані до лабораторії Черкаської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Аналізи виконано методом атомно-абсорбційної спектроскопії.

Результати дослідження. Автодорога Київ – Одеса простягається у меридіональному напрямі в центральній частині України на 453,3 км. Перетинає 5 адміністративно-територіальних областей України. В основі дороги докембрійський Український кристалічний щит та Причорноморська низовина. У межах Українського кристалічного щита де на поверхню виходять дислоковані різновікові докембрійські осадові-метаморфічні і магматичні породи, ускладнюється ландшафтна структура дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ – Одеса. За фізико-географічним районуванням більша частина автотраси Київ – Одеса знаходиться у межах лісостепової зони, центральна та південна частини автотраси розташовані у степовій зоні, що спричиняє відмінності у ґрунтовому та рослинному покриві. У північній частині дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ – Одеса ґрунтовий покрив представлений чергуванням чорноземів опідзолених і типових із сірими лісовими. У центральній частині ґрунтовий покрив формують чорноземи звичайні, лучні-чорноземи та чорноземи південні. На півдні трапляються каштанові ґрунти в комплексі зі солонцями та солодами (рис. 1).

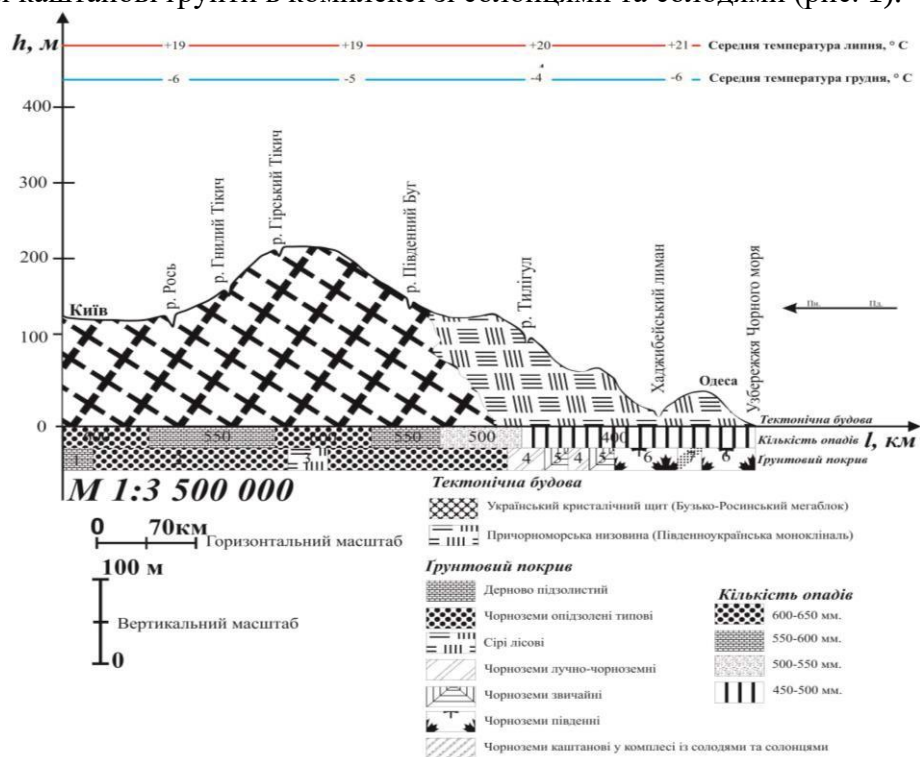


Рис. 1. Фізико-географічний профіль дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ – Одеса

Для дослідження хімічних елементів у ґрунтовому покриві обрано 5 натурних ділянки, які безпосередньо прилягають до автотраси Київ – Одеса. Перша

локальна ділянка знаходиться в м. Київ (Київська обл.), друга поблизу м. Біла Церква (Київська обл.); третя в околицях м. Умань на розвилці лист конюшини (Черкаська обл.), де перетинається дорога міжнародного значення Стрий – Тернопіль – Кропивницький – Знам'янка із автотрасою М – 05; четверта ділянка розташована на причорноморському узбережжі в околицях Хаджибейського лиману (Одеська обл.); п'ята локальна ділянка знаходиться поблизу м. Одеса на розвилці із М – 05 (Київ – Одеса) із об'їзною дорогою М – 15 (Одеса – Рені). Локальні досліджувані ділянки приурочені до різних ландшафтних комплексів: лісових, сільськогосподарських, селитебних, схилово-лучних та заплавлених.

Накопичення важких металів у ґрунтах небезпечно із двох причин: по-перше, накопичуючись у ґрунті важкі метали ланцюгом живлення потрапляють в організм людини, що негативно впливає на здоров'я людини; по-друге, значна кількість важких металів у ґрунтового покриві спричиняє зміни хімічних властивостей ґрунту. З'ясовано, що в навколишнє середовище викидаються такі важкі метали: V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Bi, Cr, Hg, Sn та інші. Хімічні елементи поділені на три класи небезпеки в залежності від їх активності та впливу на ґрунти (табл. 1).

Таблиця 1.

Класи небезпечності забруднюючих речовин

№ класу	Назва класу	Елементи
I	Високо небезпечні	Hg, Cd, Pb, Zn, As, Se, F
II	Помірно небезпечні	Cu, Co, Ni, Mo, Cr, B, Sb
III	Мало небезпечні	V, W, Mn, Sr, Ba

Свинець, цинк та кадмій відносяться до першого, мідь до другого класу небезпеки, ці хімічні елементи та їх вміст у ґрунті безпосередньо у межах дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ – Одеса проаналізовано першочергово.

Свинець. Рухома форма свинцю у ґрунті за ДСТУ 4770-9-2007 становить 6,0 мг/кг. Основна маса свинцю, що надходить у ґрунт, спричинена результатом дії згорання пального автомобільним двигуном. На фоновій ділянці поблизу м. Київ свинець слабо проявляється. Значне підвищення рівня ГДК Pb зафіксовано у межах натурної ділянки Біла Церква. Його показник збільшується від джерела забруднення і набуває максимального значення у 10 метровій смузі – 9,1 мг/кг, у 15-6,9 мг/кг, що явно перевищує встановлену норму ГДК. Також надмірна кількість Pb спостерігається і на ділянці поблизу Хаджибейського лиману. Прослідковується закономірність до зменшення вмісту ВМ від джерела забруднення (рис. 2).

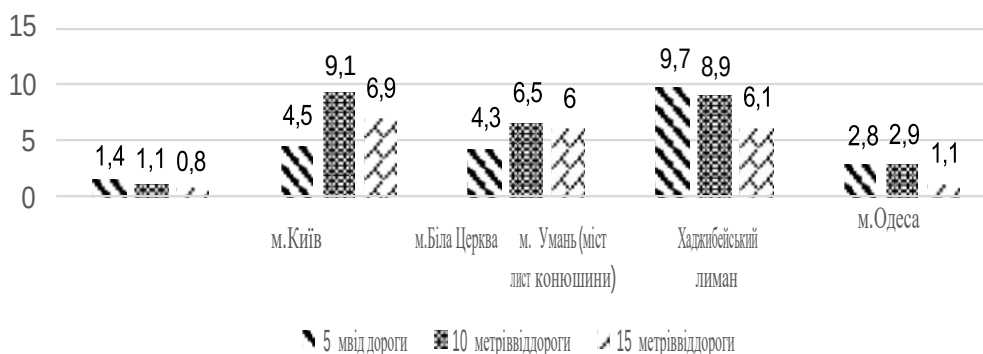


Рис. 2. Вміст свинцю у ґрунтовому покриві автотраси Київ – Одеса

Цинк. Вміст цинку у ґрунті залежить від багатьох чинників серед яких: викиди автомобілів, чорної та кольорової промисловості, властивості материнської породи, вміст різних органічних речовин в ґрунті та реакції ґрунтового розчину. Загалом ґрунти України бідні на цинк, однак у гумусовому шарі його вміст часто підвищується. Цинк тісно пов'язаний із кадмієм, чим більша концентрація цинку тим більше кадмію є у ґрунті. Гранично допустимий концентрат (ГДК) цинку у ґрунті близько 23 мг/кг. На фонових ділянках вміст Zn знаходиться у межах норми. Однак на ділянці поблизу м. Умань, на розвилці «лист конюшини», знаходиться аномальна для придорожніх ландшафтів ділянка на відстані 10 м від полотна дороги (рис. 3). Тут зафіксовано аномальну кількість вмісту рухомої форми Zn у ґрунті – 40,90 мг/кг, що не характерне для цієї місцевості, та перевищує ГДК майже вдвічі (ГОСТ 17.4.3.06-86).

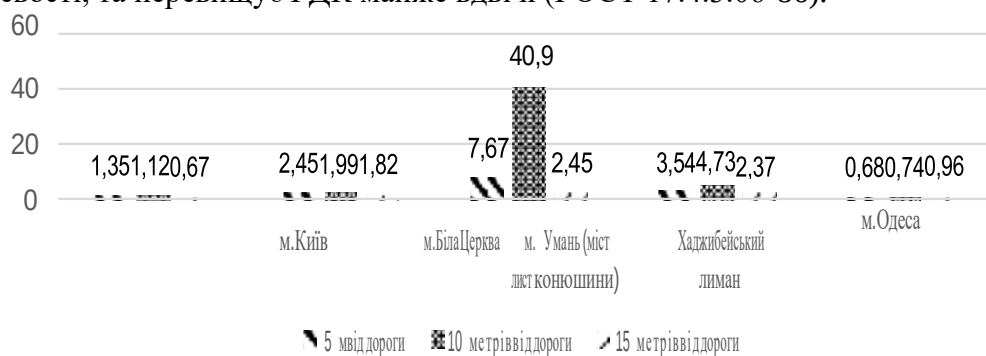


Рис. 3. Вміст цинку в ґрунтовому покриві автотраси Київ – Одеса

Кадмій. Вміст кадмію у ґрунті за ГДК становить 0,7 мг/кг і на всіх натурних ділянках дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ – Одеса знаходиться в межах норми 0,11-0,42 мг/кг (рис. 4). Кадмій взаємопов'язаний із цинком, та має схожі хімічні властивості.



Рис. 4. Вміст кадмію у ґрунтовому покриві автотраси Київ – Одеса

Мідь. Гранично допустима концентрація рухомої форми міді у ґрунті становить 3,0 мг/кг. За результатами досліджень кількість міді в ґрунтах всіх натурних ділянок коливається від 0,13-0,63 мг/кг, що є нормою (рис. 5). У більшості випадків мідь накопичується у суглинкових та піщаних ґрунтах, які є фоновими в дорожній ландшафтно-інженерній системі Київ – Одеса. Спостерігається зменшення кількості вмісту міді від джерела забруднення.

Залежно від вмісту важких металів у ґрунті примагістральних смуг нами встановлено чотири зони (рис. 6): інтенсивного забруднення (0-5 м від полотна

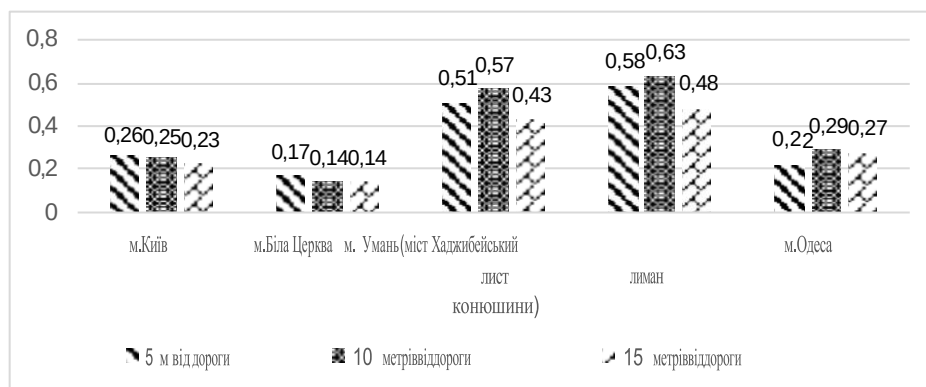


Рис. 5. Вміст міді в ґрунтовому покриві автотраси Київ – Одеса

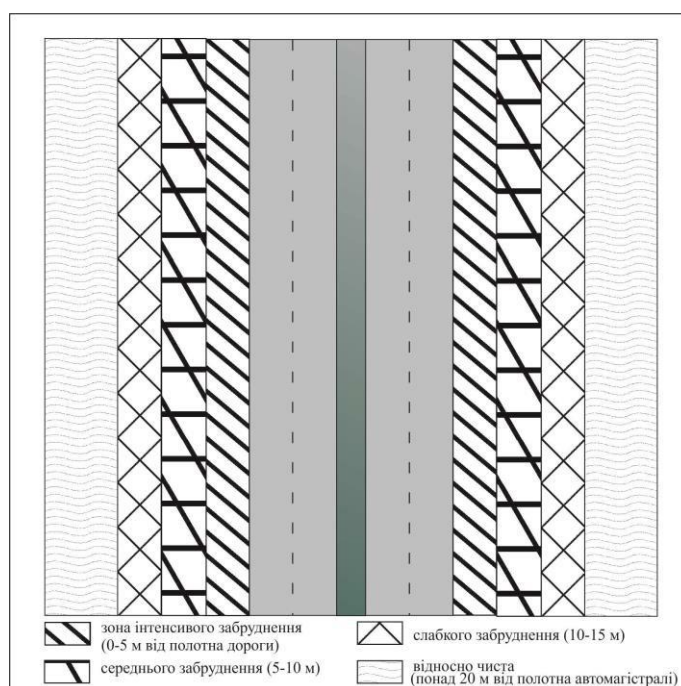


Рис. 6. Зони розподілу важких металів у придорожніх смугах

дороги); середнього забруднення (5-10 м); слабого забруднення (10-15 м) та відносно чиста (понад 20 м від полотна автомагістралі).

Висновки. Одним із видів забруднення навколишнього середовища є накопичення важких металів у ґрунтовому покриві. У межах дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ – Одеса виявлено такі хімічні елементи серед яких і важкі метали: Cd, Cu, Zn та Pd. Проведені експериментально-польові дослідження підтверджують, що: накопичення важких металів зумовлене в першу чергу неякісною експлуатацією автомобілів; там де спостерігається надмірне транспортне навантаження утворюються аномальні ділянки; тенденція до зменшення кількості важких металів спостерігається від джерела забруднення.

Важкі метали у дорожній ландшафтно-інженерній системі присутні, однак суттєво не перевищують рівень ГДК. Лише поблизу м. Умань де перетинається автодорога М – 05 із М – 12 утворюється аномальна ділянка із концентрацією цинку 40,90 мг/кг, що не характерне для всієї дорожньої ландшафтно-інженерної

системи Київ – Одеса. Щоб запобігти утворенню несприятливих для навколишнього середовища подібних ділянок потрібно і надалі здійснювати системний геохімічний аналіз ґрунтів приміагістральної смуги дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ – Одеса.

1. Галаган О.О. Моделювання розподілу важких металів у приавтомагістральних геосистемах. *Фізична географія та геоморфологія*. 2013. 2. С. 28-33.
2. Грабовський О.В. Міграція та акумуляція важких металів в агроценозах, прилеглих до автомагістралей, в умовах Закарпаття: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. Чернівці, 2002. 16 с.
3. Грелюк С.В., Одноріг З.С., Ковальчук О.З. Дослідження вмісту важких металів у ґрунтах Іваничівського району Волинської області. *Вісник Національного Університету «Львівська Політехніка»*. 2016. 841. С. 286-291.
4. Денисик Г.І. Вальчук О.М. Дорожні ландшафти Поділля: монографія. Вінниця: Теза, 2005. 178 с.
5. Стеценко Д.О. Долін В.В. Важкі метали в ґрунтах радіоактивно забруднених лісових екосистем. *Пошукова та екологічна геохімія*. 2009. 1. С. 42-47.
6. Ходан Г.Д. Еколого-геохімічна оцінка дорожніх геосистем Чернівецької області. *Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць Чернівці*. 2012. 614. С. 109-111с.
7. Чикайло Ю.І. Еколого-географічний аналіз транспортного коридору (на прикладі автомагістралі Львів – Краковець): автореф. дис. ...канд. геогр. наук. Львів, 2013. 20 с.
8. Юрченко В.А. Исследование поверхностных сточных вод автомобильных дорог и дорожно-инфраструктурных комплексов. *Автошляховик України*. 2014. № 5 С. 43-48.
1. Halahan O. O. (2013). Modeliuvannya rozpodilu vazhkykh metaliv u pryavtomahistralnykh heosystemakh. Kiev [in Ukrainian].
2. Grabovskiy O.V. Migratsiy ta akymylyczyi vazkukh metaliv v agrozcnoszakh, pruleglukh do avtomagistraleu, v ymovakh Zakarpattiy. Chernivtsi [in Ukrainian].
3. Hreliuk S.V., Odnorih Z.S., Kovalchuk O.Z. (2016). Doslidzhennia vmistu vazhkykh metaliv u hruntakh Ivanychivskoho raionu Volynskoi oblasti. Lviv [in Ukrainian].
4. Denysyk G.I., Valchuk O.M. (2005). Dorozhni landshafty Podillia. Vinnytsia: Teza [in Ukrainian].
5. Stetsenko D.O. Dolin V.V.(2009). Vazhki metaly v gruntakh radioaktyvno zabrudnennykh lisovykh ekosystem. Kiev [in Ukrainian].
6. Khodan G.D. (2012) Ekologo-geokhimichna ozinka doroznykh geosustem Chernivetskoï oblasti. Chernivtsi [in Ukrainian].
7. Chykailo, Yu.I. (2013). Ekoloho-heohrafichnyi analiz transportnoho korydoru (na prykladi avtomahistrali Lviv – Krakovets). Lviv [in Ukrainian].
8. Iurchenko V.A. (2014) Yssledovanye poverkhnosnykh stochnykh vod avtomobylnykh doroh y dorozhno-ynfrastrukturnykh kompleksov. Kiev [in Ukrainian].

Подано до редакції 24.09.2019

Рецензент – доктор географічних наук А.В. Гудзевич