

УДК 625.1:504.064

**Л. В. СИСА**, канд. хім. наук, науковий співробітник НДЛ, доцент кафедри екологічної безпеки (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності), leonidas08@meta.ua, ORCID-0000-0002-3495-2750,

**В. В. КАРАБИН**, канд. геол. наук, доцент, завідувач кафедри екологічної безпеки (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності), vasyi.karabyn@gmail.com, ORCID-0000-0002-8337-5355,

**О. Р. КАРП'ЯК**, інженер-хімік (Лабораторія ВОДЧ-1 Львівської залізниці), ORCID-0000-0001-5398-489X

# ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ НАФТОПРОДУКТІВ У ҐРУНТАХ У ЗОНІ ВПЛИВУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ (на прикладі ділянки Львів-Мостиська)

У статті наведено результати польових і лабораторних досліджень поширення нафтопродуктів у ґрунтах у зоні впливу залізниці на ділянці Львів-Мостиська. Ступінь забрудненості ґрунтів нафтопродуктами на вивченій площі є високим. Головним джерелом вуглеводневого забруднення ґрунтів є димові викиди тепловозів. Обґрунтовано нагальність розроблення нормативних документів з регламентації концентрації нафтопродуктів у ґрунтах, щоб підвищити рівень екологічної безпеки на подібних територіях.

**Ключові слова:** нафтопродукти, забруднення, екологічна безпека, залізничний транспорт.

*L. V. Sysa, Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine, leonidas08@meta.ua, ORCID-0000-0002-3495-2750, V. V. Karabyn, Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine, vasyi.karabyn@gmail.com, ORCID-0000-0002-8337-5355, O. R. Karpyak, Lviv Railway Water Service Division Laboratory, Lviv, Ukraine, ORCID-0000-0001-5398-489X* TREE-DIMENSIONAL OIL PRODUCTS DISTRIBUTION IN SOILS CAUSED BY RAILWAY TRANSPORT (case of Lviv-Mostyska railway section)

The results of field and laboratory tests of oil products distribution in soils of Lviv-Mostyska railway section are presented. Fifty samples of soil were collected at 10, 20, 30, 50, 70 and 100 m distance from the railway track. Hydrocarbon compounds were extracted by chloroform. The extract was flowed through a column packed with aluminium oxide; the column was washed with hexane. A hexane-extracted oil solution, refined from organic compounds with polar bonds (primarily oxygen-containing compounds, e. g. alcohols, aldehydes, acids) was obtained. It was determined that oil products concentration in those soils changes from 1,73 to 4,32 g/kg with central tendency 2,94 g/kg that in 2,4 times outweigh the oil products concentration in soils out of railway area. Pollutant concentration gradient drops on the distance of more than 70 m from the railway. Level of soil pollution by oil products in this area is high. The main sources of soils hydrocarbon pollution are effluent gases of Diesel-electric locomotives. The necessity of drafting of current environmental requirements for regulations of oil products content in soil was proved.

**Keywords:** oil products, pollution, environmental safety, railway transport.

## Вступ

Щорічно в Україні транспорт загального користування перевозять понад 900 млн т вантажів і понад 3 млрд пасажирів. Серед них на залізничний транспорт припадає близько 60 % вантажних перевезень, автомобільний – 26 %, річковий і морський – 14 % [1].

Як і інші види транспорту, залізниця була й залишається потенційним джерелом небезпеки – аварій та інших надзвичайних ситуацій. Окрім того, техногенна небезпека під час експлуатації залізничного транспорту виникає не тільки внаслідок аварій, але й у процесі його роботи в штатному режимі.

Стан технічних засобів залізниці в останні роки помітно погіршився і не гарантує повною мірою безпечної експлуатації. Цей факт становить загрозу й безпосередньо для людей – учасників перевезень і довкілля.

Окреме місце з-поміж поллютантів ґрунтового покриву належить нафтопродуктам. Під цим терміном розуміють різні різновиди сумішей насичених вуглеводнів з певним інтервалом температур кипіння (фракції), які отримують унаслідок переганання нафти й використовують зазвичай як паливно-мастильні матеріали [13]. Проникаючи в ґрунт, вони перешкоджають росту рослинності, нищать мікрофлору та фауну ґрунтів і разом з продуктами сільського господарства потрапляють в організм людини.

Нафта й продукти її трансформації потрапляють у ґрунти внаслідок природних явищ – просякнення нафтою приповерхневих відкладів над родовищами, пряме витікання нафти з глибинних розламів на поверхню та ін., а також під впливом людської діяльності – розливів цистерн, аварій трубопроводів, викидів і скидів підприємств, роботи транспорту, буріння та експлуатації нафтових свердловин [3, 8, 11]. У ґрунтах нафтопродукти поширюються по латералі й вертикалі, зазнаючи хроматографічного ефекту. Проникаючи в нижчі горизонти ґрунтового розрізу, рідкі й тверді нафтопродукти виділяють вуглеводневі гази, аномальні концентрації яких тривалий час можна фіксувати на поверхні ґрунту навіть тоді, коли немає первинних нафтопродуктів [9]. Такі процеси детально вивчали на ділянках впливу аварійного розлиття нафти, буріння нафтогазових свердловин, але набагато менше ці питання вивчено на ділянках впливу залізничного транспорту.

Вплив режиму роботи залізничного транспорту на стан прилеглих до колії ґрунтів є одним з визначальних чинників екологічної безпеки цих територій. Якщо інші шкідливо чинники залізничного руху, такі як шум чи вібрація, певною мірою врегульовано нормативними документами [5], то забрудненість нафтопродуктами прилеглих до залізниці ґрунтів майже не охоронено державним чи відомчим регулюванням.

Дослідження мало на меті з'ясувати закономірності кількісного та якісного розподілу нафтопродуктів у ґрунтах

поблизу залізничних колій. Об'єктом вивчення була концентрація цього забруднювача в пробах ґрунту з території, що прилягає до колій на ділянці залізничного сполучення “Львів-Мостиська”.

З-поміж завдань дослідження були такі: відбір проб ґрунтів поблизу залізничної колії на певних відстанях від гравійного насипу (10, 20, 30, 50, 70 і 100 м) і з контрольної ділянки (близько 200 м від колії); лабораторне дослідження взятих проб на вміст нафтопродуктів; аналіз отриманих результатів для визначення закономірностей і пошуку способів розв'язання проблеми.

#### Стан вивченості питання

Безпечні межі для охоронної зони залізниці вказано в праці [5]. Проте цей нормативний документ регламентує макропоказники шкідливості: шум, вібрацію, обмеження на будівельні роботи тощо. Водночас невидимі на перший погляд параметри – уміст компонентів у довкіллі територій, прилеглих до залізниці, – регламентуються недостатньо.

Наприклад, у вже згаданих вище “Державних санітарних правилах планування та забудови населених пунктів” [5] вказано, що житлову забудову потрібно відокремлювати від залізничних ліній санітарно-захисною зоною завширшки 100 м від осі крайньої залізничної колії за умови забезпечення нормативних рівнів шуму в прилеглих об'єктах і на території забудови. З розміщенням залізниці у виїмці та зі здійсненням спеціальних шумозахисних заходів розміри санітарно-захисної зони визначають з урахуванням забезпечення на території житлової забудови нормативних рівнів шуму, але не менше 50 м. При цьому не менше 50 % площі санітарно-захисної зони має бути озеленено.

У цьому ж документі регламентовано, що відстань від меж садових ділянок до осі крайньої залізничної колії має становити не менше 50 м з обов'язковим використанням шумозахисного озеленення завширшки 25–30 м або інших шумозахисних заходів.

На практиці ми досить часто бачимо інше – нехтуючи всіма нормативами й заборонами, нові будівлі розміщують майже впритул до залізничних колій, розорюють і засаджують ділянки захисних ґрунтових смуг, натомість вирубують лісові захисні смуги тощо. Унаслідок цього виникає цілий ряд ситуацій, коли люди в приколійних зонах скаржаться на погіршення здоров'я, матеріальні втрати від забруднення споруд і присадибних ділянок.

Ми обрали для досліджень ділянку – територію, що прилягає до залізничної колії посеред лісопаркової зони поблизу станції “5-й парк” у м. Львів, що входить до ділянки “Львів-Мостиська”. Ця ділянка віддалена від автомобільних шляхів і житлових масивів і захищена деревно-чагарниковою рослинністю від сторонніх забруднень, які приносить вітер.

На цій ділянці залізниці здійснюється велика кількість вантажних і пасажирських перевезень як на електричній тязі, так і з використанням тепловозів на двигунах внутрішнього згоряння. Припускаємо, що саме викиди від спалювання палива в цих двигунах, а також розкид мастильних матеріалів з деталей механізмів рухомого складу є головними джерелами потрапляння нафтопродуктів у ґрунти прилеглих до колії ділянок. Інших потужних джерел забруднення ґрунтів вуглеводнями тут немає.

#### Методика досліджень

Усього відібрано та досліджено 50 проб ґрунту (вісім профілів по шість робочих проб; дві контрольні проби з “чистих” ділянок з однотипним складом ґрунту). Найближчі до колії пункти відбору проб розміщено відразу за гравійним

насипом, дальні пункти – 100 м від колії. Відібрати проби на більших відстанях не дала змоги деревно-кущова рослинність. Окремо відібрано проби ґрунту на контрольній ділянці – поза межами прямого впливу залізниці.

Проби ґрунту відбирали в теплу пору року відповідно до вимог ДСТУ ISO 10381-4:2005 [7]. Щоб уникнути сторонніх впливів на результати аналізів, вибирали пункти без високої рослинності, сторонніх предметів, слідів важкої техніки тощо.

Відібрані зразки ґрунтів пакували в поліетиленові пакети, маркували та доставляли для лабораторного вивчення: більшу частину проб вивчали в лабораторії ВОДЧ-1 Львівської залізниці; окремі проби (зовнішньо-лабораторний контроль) – у НДІ екобезпеки ЛДУ БЖД (свідоцтво про атестацію № РЛ 097/14 від 28.07.2014 р.).

Уміст нафтопродуктів у пробах ґрунтів визначали гравіметрично за загальноприйнятою методикою [10].

Нативні проби ґрунту зважували та висушували кілька годин до повітряно-сухого стану. Наважки підсушеного ґрунту масою 20 г клали в хімічні склянки та заливали хлороформом у кількості 20 см<sup>3</sup>. Через 30 хв. настоювання екстракт зливали через фільтр “біла стрічка” в попередньо зважені термостійкі колби місткістю 200 см<sup>3</sup>. Потім ще двічі екстрагували проби хлороформом, використовуючи порції розчинника об'ємом 20 см<sup>3</sup>. Отримані витяжки об'єднували та зливали в колби через фільтр “біла стрічка”. Після фільтрації розчинник відганяли. Для цього колби приєднували до холодильника, ставили на закриту електроплитку й відганяли хлороформ. Коли в колбах залишалося 10–20 мл хлороформного розчину, нагрівання завершували, давали колбам охолонути і розбирали прилад. Залишок розчинника видували з колб вентилятором при кімнатній температурі.

Колби із залишком після випаровування хлороформу витримували 30 хв. за кімнатної температури та доводили до постійної маси. Паралельно виготовляли “холосту” пробу із 60 мл чистого хлороформу. За різницею мас колб до фільтрації екстракту й після випаровування розчинника визначали сумарну масу розчинних у хлороформі органічних компонентів проби ґрунту ( $m_{\text{кл}}$ ). Колби із залишком після відгонки хлороформу, три рази промивали гексаном (порціями по 5 см<sup>3</sup>) і переносили кожну порцію на колонку з оксидом алюмінію. Елюат збирали в попередньо доведені до постійної маси фарфорові тиглі. Після цього промивали колонку ще двома порціями гексану, збираючи їх у цей самий тигель. Таким способом отримували розчин нафтопродуктів у гексані, звільнений від домішок органічних сполук з полярними зв'язками, насамперед оксигеновмісних (спиртів, альдегідів, кислот). З цього розчину видаляли гексан, випаровуючи його з тигля при кімнатній температурі за допомогою вентилятора.

За масами порожнього тигля й тигля після випаровування гексанового розчину вираховували вміст неполярних органічних вуглеводнів у пробі (тобто вміст нафтопродуктів,  $m_{\text{нп}}$ ).

Різницю між масою всіх органічних компонентів, розчинних у хлороформі ( $m_{\text{кл}}$ ), та масою нафтопродуктів ( $m_{\text{нп}}$ ) приймали за масу оксигеновмісних сполук ( $m_{\text{овс}}$ ):

$$m_{\text{кл}} - m_{\text{нп}} = m_{\text{овс}} \quad (1)$$

Отримані результати перераховували на 1 кг сухого ґрунту з урахуванням його вологості, визначеної з окремих наважок ґрунту за класичною методикою [6].

Вивчали також деякі інші фізико-хімічні параметри відібраних проб. Зокрема, було виготовлено водні та сольові витяжки з відібраних ґрунтів, в яких визначали кислотність,

сольовий склад, уміст окремих компонентів тощо [2]. Згадані показники не входять у тематику цієї праці, тому їх ми розглянемо окремо.

Схему поширення концентрацій нафтопродуктів у ґрунтах побудовано на основі GRID моделі, створеної методом kriging.

#### Результати досліджень та їх обговорення

За результатами лабораторних досліджень визначено, що нафтопродукти в ґрунтах контрольної ділянки містяться в кількості від 1,06 до 1,42 г/кг за середнього значення 1,24 г/кг. У зоні впливу залізниці концентрація нафтопродуктів коливається від 1,73 до 4,32 г/кг за середнього значення 2,94 г/кг, медіани 3,04 г/кг, дисперсії 0,63 (таблиця).

Концентрація нафтопродуктів у зоні впливу залізниці перевищує концентрацію нафтопродуктів на контрольній ділянці в 3,2 раза на віддалі 10 м, 1,9 раза – 50 м та 1,5 раза – 100 м від залізниці. Порівнюючи результати лабораторних аналізів робочих проб, відібраних поблизу колії, з пробами з контрольної ділянки (поза впливом залізниці), можна стверджувати, що ступінь забрудненості ґрунтів нафтопродуктами на дослідженій площі є високим.

Концентрація нафтопродуктів зменшується з півночі на південь з віддаленням від колії. Градієнти концентрації забруднювача різко зменшуються на віддалі понад 70 м від колії. На окремих ділянках території спостережено діагональні (південно-східний, південно-західний) напрями руху нафтопродуктів, пов'язані з нерівностями рельєфу (рисунок).

У більшості країн Європи прийнято вважати верхнім безпечним рівнем умісту нафтопродуктів у ґрунтах величину 1–3 г/кг. Якщо їх уміст перевищує 10 г/кг, розпочинають детальне вивчення причин забруднення, а коли сягає величин порядку 20 г/кг, територію оголошують зоною екологічного лиха [14].

В Україні ГДК нафти та продуктів її переробки в ґрунтах не визначено нормативно; є лише відомості про орієнтовно-допустиму концентрацію (ОДК). Зокрема, у РД 41-5804046-200-91 “Охорона навколишнього середовища при будівництві розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту і газ” визначено ОДК для ґрунту 4 г/кг.

Очевидно, цей показник дещо завищений, тому що кларк умісту вуглеводнів у ґрунтах в європейських країнах коливається від 0,02 до 0,5 г/кг. Мак Джил для умов Північної Америки визначив верхній безпечний рівень нафти в ґрунтах у кількості 1 г/кг. Фонові ділянки дерново-середньопідзолистих суглинистих ґрунтів Білоруського Полісся в середньому містять 0,005 г/кг на суху масу гексанових бітумоїдів [12]. А. Я. Демиденко та В. М. Демурджан [4] для чорноземної зони України нафтозабрудненими пропонують вважати ґрунти з концентрацією нафтопродуктів 0,4 г/кг. Безумовно, вирішення питання нормування концентрації нафтопродуктів у різних типах ґрунтів України є дуже актуальним і потрібним для оцінювання рівня екологічної безпеки територій.

Окрім кількісних показників забруднення ґрунтів нафтопродуктами, нас цікавило джерело їх походження. Зокрема, у приколійний ґрунт ці забруднювачі можуть потрапляти як з рухомих частин самого потяга, так і з викидами відпрацьованих газів двигунів локомотива.

Наприклад, навіть за зовнішнім виглядом гравійного насипу колії можна зробити висновок, що має місце розбризкування мастильних матеріалів з колісних пар та інших частин підвіски вагонів. Крім того, через станцію “5-й парк” проходить велика кількість вантажних потягів, які перевозять цистерни з паливно-мастильними матеріалами. В обох ви-

падах цілком можливе згадане вище механічне розбризкування нафтопродуктів.

З іншого боку, досліджувана ділянка колії вже давно електрифікована, але нею й сьогодні рухається чимало поїздів далекого сполучення з дизельними двигунами. Викиди від цих двигунів можуть містити як продукти згоряння пального (переважно водяну пару та окиснені вуглеводні), так і додаткові компоненти (недогарок самого пального або присадок, які було введено в пальне для підвищення ефективності роботи двигунів). Таке явище може спостерігатись у відпрацьованих газах двигунів внутрішнього згоряння під час недостатньої ефективної роботи їхніх систем паливо- та газоочистки. Ці газоподібні викиди тепловозів розносяться далеко від колії, що помітно навіть неозброєним оком.

Компоненти ґрунту, які були відмиті хлороформом, але не пройшли через колонку з оксидом алюмінію (див. вище), – це зазвичай органічні сполуки з умістом кисню. Числові значення маси цієї фракції ( $m_{\text{оис}}$ ) для проб з контрольної ділянки на порядок менші від подібних значень для робочих проб. Тобто концентрація оксигеновмісних органічних сполук (гумусових кислот, фульвокислот) та інших типових складових частин ґрунту в пробах з “чистої” ділянки потрапляє в межі фонових показників, а її помітно вищі значення в робочих пробах, очевидно, спричинені роботою залізниці.

Таблиця. Розподіл умісту нафтопродуктів у ґрунтах (г/кг сух. гр.) по профілях дослідженої ділянки

Профіль	Відстань від колії, м					
	100	70	50	30	20	10
1	1,89	2,39	2,43	2,90	3,24	4,18
2	1,95	2,47	2,51	3,00	3,34	4,32
3	1,83	2,32	2,36	2,82	3,14	4,06
4	1,72	2,19	2,22	2,65	2,96	3,82
5	1,83	2,32	2,36	2,81	3,13	4,05
6	1,75	2,23	2,26	2,70	3,01	3,89
7	1,70	2,15	2,19	2,61	2,91	3,76
8	1,79	2,27	2,30	2,75	3,07	3,96

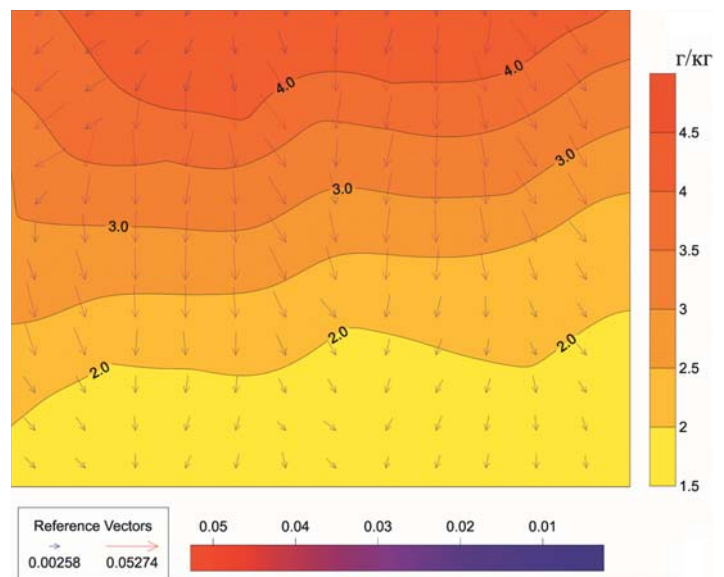


Рисунок. Розподіл умісту нафтопродуктів у пробах ґрунтів з дослідженої ділянки (кольором та ізолініями позначено концентрацію нафтопродуктів, стрілками – градієнт концентрації, більша довжина стрілки відповідає більшому градієнту)

Звідси можна дійти висновку, що переважну частину забруднення поверхневого шару ґрунтів поблизу залізничних колій створюють саме димові викиди тепловозів, а не розбризкування паливно-мастильних матеріалів під час руху потяга.

На жаль, проби ми відібрали лише з одного боку колії, оскільки з іншого боку майже безпосередньо біля насипу (5–10 м) розміщуються огорожені ділянки (приватні присадибні наділи, територія підприємства тощо).

Проби, відібрані з двох сторін колії, дали б змогу врахувати несиметричність розсіювання викидів від потягів унаслідок переважного напрямку вітрів, однак цей вплив можна оцінити й емпірично – за даними багаторічних спостережень за погодою в цьому мікрорайоні. Зокрема, ми відбирали проби з підвітряної сторони. Тобто вміст забруднювачів у ґрунтах зі сторони колії, яку ми дослідили, очевидно, є заниженим, оскільки викиди тепловозів зносяться вітром.

### Висновки

У зоні впливу залізниці концентрація нафтопродуктів коливається від 1,73 до 4,32 г/кг за середнього значення 2,94 г/кг, що у 2,4 раза перевищує значення на контрольній ділянці поза прямим впливом залізниці. Ступінь забрудненості ґрунтів нафтопродуктами на вивченій площі є високим.

Концентрація нафтопродуктів зменшується з півночі на південь з віддаленням від колії. Градієнти концентрації забруднювача різко зменшуються на віддалі понад 70 м від колії.

Головним джерелом такого забруднення ґрунтів нафтопродуктами є, очевидно, димові викиди тепловозів.

Обґрунтовано нагальність розроблення нормативних документів з регламентації концентрації нафтопродуктів у ґрунтах, щоб підвищити рівень екологічної безпеки на подібних територіях.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Бородин Н. А. Эколого-экономические аспекты применения отходов промышленности в дорожно-транспортном комплексе/Н. А. Бородин//Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и мостов: Сборник научных трудов. – Минск: РУП “БелдорНИИ”; 2004. – № 16. – С. 128–136.
2. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
3. Гринчишин Н. М. Причини та наслідки витоків нафти і нафтопродуктів на трубопроводному транспорті у Львівській області/Н. М. Гринчишин//Вісник НЛТУ – 2015. – № 1. – Вип. 25.8. – С. 178–185.
4. Демиденко А. Я. Пути восстановления нефтезагрязненных почв черноземной зоны Украины/А. Я. Демиденко, В. М. Демурджан//Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988. – С. 197–206.
5. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. – Затверджено наказом МОЗ України від 19.06.1996 № 173.
6. Дмитриев М. Т. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. Справочник/Дмитриев М. Т., Казнина Н. И., Пинигина И. А. – М.: Химия, 1989. – 492 с.
7. DSTU ISO 10381-4:2005 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 4. Настави щодо процедури дослідження природних, майже природних та оброблених ділянок.
8. Карабин В. В. Теоретично-методичні аспекти регіональної оцінки стану геологічного середовища в районах розвідки та видобутку вуглеводнів/В. В. Карабин//Мінеральні ресурси України. – 2000. – № 2. – С. 11–13.
9. Карабин В. В. Досвід комплексування різних методів еколого-геохімічних досліджень органічного забруднення ґрунтів (на прикладі Блажів-Монастирського полігону)/Карабин В. В., Яронтовський О. Г.//Нафта і газ України – 2000. Зб. наук. праць. – Івано-Франківськ: Вид-во УНГА, 2000. – Т. 3. – С. 351–352.
10. МВВ № 081/12-0116-03 ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом.

11. Павлюк М. І. Геохімічні аспекти екологічної безпеки буріння нафтогазових свердловин на Південнобориславській площі Передкарпаття/ М. І. Павлюк, Я. Г. Лазарук, В. В. Карабин//Геологія та геохімія горючих копалин. – 2016. – № 1–2. – С. 5–16.

12. Пиковский Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде/Ю. И. Пиковский. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 208 с.

13. Рудин М. Г. Краткий справочник нефтепереработчика/М. Г. Рудин, А. Е. Драпкин. – Л.: Химия, 1980. – 328 с.

14. Соловьев В. И. Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв/В. И. Соловьев, В. А. Кожанова//Мир экологии. – 2004. – № 2. – С. 21–25.

### REFERENCES

1. Borodyna N. A. Environmental and economic aspects of industrial waste in the road transport sector//Stroitelstvo i jekspluatacija avtomobilnyh dorog i mostov: Sbornik nauchnyh trudov. – Minsk: RUP “BeldorNIИ”; 2004. – № 16. – P. 128–136. (In Russian).
2. GOST 26423-85 Soils. Methods for determination of conductivity, pH and the solid residue of the aqueous extract. (In Russian).
3. Hrynchyshyn N. M. Causes and effects of oil spills and oil products pipeline transport in Lviv region//Visnyk NLTU. – 2015. – № 1. – P. 178–185. (In Ukrainian).
4. Demidenko A. Ja., Demurdzhan V. M. Ways to restore oil contaminated soils of the chernozem zone of Ukraine//Vosstanovlenie neftezagryaznennyh pochvennyh jekosistem. – Moskva: Nauka, 1988. – P. 197–206. (In Russian).
5. State sanitary rules of planning and building of settlements. – Approved by the Ministry of Health of Ukraine 19.06.1996, № 173. (In Ukrainian).
6. Dmitriev M. T., Kaznina N. I., Pinigina I. A. Sanitary-chemical analysis of contaminants in the environment. Directory. – Moskva: Himija, 1989. – 492 p. (In Russian).
7. DSTU ISO 10381-4:2005. The quality of the soil. Sampling. Part 4: Guidance on procedures for the investigation of natural, almost natural and cultivated areas. (In Ukrainian).
8. Karabyn V. V. Theoretical and methodological aspects of a regional geological evaluation of the state of the environment in the areas of Intelligence and production of hydrocarbons//Mineralni resursy Ukrainy. – 2000. – № 2. – P. 11–13. (In Ukrainian).
9. Karabyn V. V., Yarontovskiy O. H. Experience of combining different methods of eco-geochemistry studies organic contamination of soils (the example Blazhiv-Monastyrsk area)//Nafta i haz Ukrainy – 2000. Zb. nauk. prats. – Ivano-Frankivsk: Vyd-vo UNHA, 2000. – Vol. 3. – P. 351–352. (In Ukrainian).
10. МВВ № 081/12-0116-03 Soils. Methods for measuring the mass fraction of oil gravimetric method. (In Ukrainian).
11. Pavliuk M. I., Lazaruk Ya. H., Karabyn V. V. Geochemical aspects of ecology safety of drilling of oil and gas wells in the Southern Boryslav area of Precarpathia//Heolokhiia ta heokhimiia horiuchykh kopalyn. – 2016. – № 1–2. – P. 5–16. (In Ukrainian).
12. Pikovskij Ju. I. Natural and man-made streams of hydrocarbons in the environment. – Moskva: Izd-vo MGU, 1993. – 208 p. (In Russian).
13. Rudin M. G., Drapkin A. E. Quick Reference refiner. – Leningrad: Himija, 1980. – 328 p. (In Russian).
14. Solovev V. I., Kozhanova V. A. Bioremediation as a basis for the recovery of oil-polluted soil//Mir jekologii. – 2004. – № 2. – P. 21–25. (In Russian).

Рукопис отримано 22.12.2016.