

## ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИБОРУ МІСЦЯ РОЗМІЩЕННЯ ПОЛІГОНУ ТПВ

*Розглянуто негативні наслідки функціонування полігонів ТПВ впродовж їх життєвого циклу. Показана необхідність доповнення існуючих будівельних нормативів критеріями, які враховують концептуальні засади сталого розвитку і положення міжнародних екологічних угод. В роботі узагальнюється досвід застосування таких критеріїв та врахування сучасних методів оцінювання негативних впливів у вітчизняній практиці процедури ОВНС.*

*Ключові слова: полігон ТПВ, будівельні нормативи, сталий розвиток.*

*Рассмотрены негативные последствия функционирования полигонов ТБО на протяжении их жизненного цикла. Показана необходимость дополнения существующих строительных нормативов критериями, которые учитывают концептуальные основы устойчивого развития и положений международных экологических соглашений. В работе обобщается опыт использования таких критериев и учет современных методов оценки негативных влияний в отечественной практике процедуры ОВОС.*

*Ключевые слова: полигон ТБО, строительные нормативы, устойчивое развитие.*

*This paper reviews the negative effects of the landfills' functioning throughout their life cycle. The needs to supplement the existing building code by the criteria, which take into account the conceptual framework of sustainable development and the provisions of international environmental agreements are discussed. The paper summarizes the experience of using such criteria and treatment of modern methods of negative effect assessment in the domestic practice of the EIA procedure.*

*Key words: sustainable development, landfill, construction regulations.*

*Вступ.* Нагромадження твердих побутових відходів (ТПВ) набуває в Україні катастрофічних масштабів. На даному етапі розвитку суспільства яскраво простежуються зміни у покращенні добробуту населення, моделях споживання товарів, які призвели до збільшення обсягів товарообороту та, як наслідок, збільшення обсягів утворення відходів. Незважаючи на появу альтернативних технологій, складування на полігонах залишається основним способом поводження з ТПВ, який буде домінувати на перехідній стадії розвитку країни. Поширення чужорідних речовин зі звалищ у довкілля призводить до ряду негативних наслідків, характер вид та інтенсивність яких у багатьох випадках ще недостатньо вивчені [1]. Існуюча практика оцінювання негативного впливу таких об'єктів на довкілля закладена у будівельні нормативи України [2,3]. Проте, практика передових країн та сучасні підходи до процедури оцінки впливу полігонів на довкілля вимагають більшої деталізації та геоекологічного погляду на втрату якості ландшафту. Зокрема, такі вимоги закладені у міжнародних угодах [4,5]

*Метою* даного дослідження є аналіз досвіду мінімізації негативних впливів полігонів та звалищ ТПВ на стадії планування як початкового етапу життєвого циклу. Автори зробили опис характеристик антропогенного тиску звалищ на ландшафт, усвідомлюючи, що «ландшафт сприяє формуванню місцевих культур і є основним компонентом європейської природної та культурної спадщини, який сприяє добробуту людей та консолідації європейської ідентичності» [5]. В роботі узагальнюється досвід застосування критеріїв оцінювання втрати якості ландшафту в процесі оптимізації його просторового розміщення з точки зору геоєкології та сучасних ГІС-технологій.

За статистичними даними, оприлюдненими Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України [2] в Україні нараховується 6000 полігонів ТПВ, більшість з яких знаходяться у незадовільному стані. Потреба у будівництві нових полігонів складає понад 650 одиниць. [6]. Не дивлячись на найменшу пріоритетність захоронення, цей спосіб поводження з ТПВ буде використовуватись в Україні ще значний час.

Україна задекларувала прийняття принципів сталого розвитку підписанням міжнародних угод, які сприяють впровадженню екологічно збалансованих моделей господарювання і покращання якості життя населення. Однією з ключових галузей сталого розвитку є поводження з відходами. Згідно з проголошеними принципами адаптації загальносвітової практики та норм Європейського Союзу, в Україні до 2016 року мають бути закриті усі звалища та полігони, які не відповідають вимогам екологічних стандартів [7]. При цьому, до 2016 року мають бути створені нові полігони, управління якими буде здійснюватись відповідно до стандартів, наближених до Директив ЄС [8].

На перехідному етапі існуюча практика потребує вдосконалення шляхом впровадження геоєкологічних моделей в процес територіального управління. Збереження якості антропогенних і природних ландшафтів повинні стати пріоритетними завданнями при розробці територіальної стратегії розвитку регіонів [9]. Це знаходить своє відображення зокрема у таких документах, як «Порядок денний на ХХІ століття», Конвенція Еспоо «Про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті», Європейська ландшафтна конвенція та Кіотський протокол до Рамкової конвенції зі зміни клімату, сторонами яких є Україна.

Зменшити негативний вплив полігонів можна досягнути в рамках комплексного підходу, який враховує повний життєвий цикл даних споруд. В країнах Балтійського регіону вже напрацьовано досвід такого управління - від планування розміщення полігонів в оптимально придатних для цього місцях до повної ліквідації виведених із обігу [10] споруд. Частково це досягається за допомогою сучасних підходів ландшафтного планування, щодо поліпшення, відновлення та формування ландшафтів, частково – за допомогою врахування природних властивостей геосистем, в яких планується його розміщення [11].

*Об'єкт* дослідження – полігони твердих побутових відходів.

*Предмет* дослідження – фактори розміщення полігонів ТПВ у контексті сталого розвитку і мінімізації їх шкідливого впливу на довкілля та здоров'я населення.

*Попередні дослідження.* Для визначення критеріїв розміщення полігонів ТПВ доцільно розглянути характер їх негативних впливів на довкілля. Результати дослідження екологічних та соціально-економічних впливів полігонів докладно обговорені в роботах [12,13]. Оцінка стану компонентів довкілля у зоні впливу об'єктів розміщення ТПВ зроблена Ларіоною Н. С. [14] та Підлипським [15]. Дослідження властивостей геосистем, де розміщення полігонів є доцільним та оптимальним, розглядається у дослідженнях Микітчук [16] та Александрової [1]. Окремі обмежуючі критерії для розміщення полігонів ТПВ та методики їх застосування розглядаються у працях Вайсмана Я. І., Коротаєва В.Н., Тагілова М.А., Вострецова С.П.[17, 18]. Такі критерії також вивчали Витебська А. В., Горковенко Є. А., Гольдман В. В. [9] Застосування геоecологічних та соціо-економічних критеріїв для розміщення полігонів ТПВ із використанням технологій ГІС (географічних інформаційних систем) докладно розглянуті у працях зарубіжних вчених [19 - 22].

*Методологія.* Україна активно впроваджує в практику процедуру оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС), яка гарантує, що всі екологічні наслідки від реалізації господарської діяльності будуть узяті до уваги перед реалізацією рішення. Вона передбачає виявлення, аналіз і порівняння всіх реальних і розумних альтернатив на основі соціально-економічних та екологічних оцінок кожної з них та розробку заходів щодо зниження шкідливого впливу на довкілля або запобігання такого впливу.

Аналіз ситуацій, в місцях розміщення відходів, свідчить, що відходи виробництва та споживання – техногенні речовини, вивезені на полігони або викинуті на смітники, утворюють нову природно-техногенну систему. Тому вирішення питань розміщення, експлуатації та рекультивации полігонів ТПВ необхідно розглядати з позицій геоecологічного проектування природно-техногенних систем. Ця методологія вимагає розробки спеціальних інженерних технологій [23], призначених для захисту середовища існування людини (природних або антропогенних ландшафтів) від негативних впливів.

Кожен створений людиною об'єкт чи продукт має свій «час життя», що складається з його проектування, створення, експлуатації та періоду завершення існування. Усі види діяльності або процеси, які є результатом існування об'єкту оцінюються з точки зору впливу на довкілля. Такий підхід називається *оцінкою життєвого циклу* [24]. Оцінка життєвого циклу полігону ТПВ може виявити такі аспекти які допоможуть переглянути існуючі критерії відбору території з урахуванням властивості геосистем та лімітуючих чинників розміщення об'єкту.

*Методологія аналізу життєвого циклу (АЖЦ)* активно використовується в зарубіжній практиці будівництва полігонів ТПВ для

оцінки екологічних впливів цих об'єктів як стаціонарних джерел забруднення ландшафту. Вона знайшла законодавче закріплення в документах Міжнародної організації зі стандартизації ISO. В даний час нею розроблено комплекс міжнародних стандартів ISO 1440 - 1449, присвячений теоретичним і практичним аспектам теорії сталого розвитку та методології аналізу життєвого циклу полігонів, як інструменту її реалізації.

У широкому сенсі інформація, отримана при дослідженнях АЖЦ, може і повинна бути використана на різних рівнях проектування (обґрунтування інвестицій, робоче проектування, обґрунтування технології будівництва і експлуатації, рекультивациі) території. Методологія аналізу життєвого циклу, як інструменту управління якістю довкілля, служить основою проектування полігонів ТПВ [24], і поступово впроваджується у практику вітчизняних досліджень. Так, Щербина [ 23 ] визначає наступні *періоди життєвого циклу полігонів ТПВ*: пасивний період (проведення інженерних досліджень на стадії обґрунтування інвестицій, виконання оцінки існуючого стану довкілля); активний період (створення, експлуатація, рекультивациа полігонів); пасивний період (зачинення полігону).

З позицій визначення основних критеріїв території для розміщення полігону важливими є два пасивних періоди. На першому робиться загальна оцінка придатності території для розміщення полігону, визначається наявність природного геологічного бар'єру, характеристики стану компонентів довкілля в районі передбачуваного місця розміщення полігону.

На другому – відбувається завершення пасивного періоду життєвого циклу, що характеризується повною мінералізацією відходів і формуванням природно-техногенного ґрунтового масиву. На цьому етапі відбувається відмова функціональної здатності захисних елементів і систем полігону, що пов'язано з вичерпанням довговічності будівельних матеріалів. Захисну функцію починають виконувати тільки глиняні екрани та природні геологічні бар'єри. Природно-територіальна система поступово стає повністю відкритою, нерегульованою, доступною до контакту з усіма геосферами. Завершення життєвого циклу характеризується утворенням нового природно-техногенного ландшафту [23].

З метою зниження інтегральної емісії забруднювальних речовин у довкілля доцільно застосовувати *принцип багатобар'єрності*, розроблений Тагіловим [18]. Автор виділяє п'ять бар'єрів, які забезпечують мінімальні емісії забруднювальних сполук: вибір місця розміщення полігону; ізоляція складованих відходів; управління якістю і кількістю відходів, що надходять на захоронення; управління біохімічними процесами в тілі полігону; управління і контроль емісії полігону.

Вибір майданчика повинен забезпечити мінімальні наслідки його шкідливого впливу на прилеглу територію. Оскільки система протифільтраційного захисту не є вічною, в процесі прийняття рішення

необхідно розглянути природні фактори очищення забруднень, які повинні згодом прийти на заміну штучним заходам, а також виявити ризики від забруднення підземних вод [18].

Для вибору геосистем за властивостями, що дозволять зменшити негативний вплив полігону на компоненти природного середовища, робиться *топологічний розподіл придатності ландшафтів для розміщення об'єктів поводження з ТПВ* [16]. Вихідними критеріями класифікації ландшафтів за придатністю до розміщення полігону є: класифікація ландшафтів за інтенсивністю міграції речовини; механічний склад ґрунту; негативні фізико-географічні процеси. За придатністю до розміщення полігону виділяються наступні класи ландшафтів: найпридатніші, придатні, відносно придатні непридатні.

Іншою властивістю геосистем, що враховується при виборі місця розміщення полігону, є *знешкоджувальний потенціал* [1]. Він включає усі властивості природного ландшафту до накопичення, розподілу, перетворенню або повного розкладу сторонніх речовин таким чином, щоб включати негативні ефекти для людини і живих організмів, а відходи знов залучати в природні колообіги речовини.

Знешкоджувальний потенціал природного ландшафту припускає можливе зменшення шкідливого впливу забруднювальних речовин на ґрунти, води, корисні копалини, біоценози та здоров'я населення. При цьому важливими знешкоджуючими функціями є такі:

- захисна – захист ґрунтових вод від забруднення водами фільтрату, або ж поверхневих вод за рахунок забруднення поверхневих стоків.
- знешкоджувальна – розклад або перетворення забруднювальних речовин у сполуки, що є нешкідливими або ж притаманними даній території.

Зображення на картах потенційно захисної та незаражувальної зон забезпечують можливість їх використання у виборі місць розташування небезпечних об'єктів. Загальні оцінка території за показником знешкоджувальної здатності складається із суми ступенів придатності за окремими показниками [25].

Велика кількість граничних умов, що накладають обмеження на розміщення об'єктів захоронення відходів, збільшує ймовірність появи помилок. Для їх уникнення розроблено процедуру вибору місця розміщення полігону методом «накладання карт» (так званий «оверлейний аналіз») який базується на застосуванні ГІС-технологій [19].

Ще одним методом, що використовується при виборі придатних місць розміщення полігону є метод, відомий як *булева логіка*. Це математична система, що використовується для аналізу та обробки даних. У ній усі значення певних атрибутів відмічаються як істинні або помилкові, відповідно, позначаються в таблицях атрибутів як «0» або «1». «Істинні» значення критеріїв відповідають придатним місцезонам для розміщення полігону. Значення кожного з оціночних критеріїв для розміщення полігону відображаються на окремих тематичних картах. При

накладанні тематичних карт одна на одну у середовищі ГІС можна виділити ділянки, які будуть задовольняти усі атрибути [20].

*Негативний вплив полігонів ТПВ на довкілля.* Теоретично, біологічне розкладання однієї тони ТПВ спричинює вироблення 442 м<sup>3</sup> біогазу, основними компонентами якого є метан (CH<sub>4</sub>) та діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>), які несуть небезпеку глобального рівня. Полігони ТПВ постачають до 20% парникових газів, і вважаються вагомим фактором формування зміни клімату, формування фотохімічного і стратосферного озону. Контроль цих викидів є необхідним з точки зору виконання зобов'язань, взятих Україною в рамках Кіотського протоколу [12].

Газоподібні забруднювальні речовини справляють значний негативний вплив на флору, фауну та екосистеми в цілому. Внаслідок латеральної (бічної) міграції метану за межі полігону відбувається витіснення кисню з ґрунту. Це призводить до зменшення кількості мікроорганізмів, норних тварин, слугує причиною відмирання рослинності. Рослинність навколо полігону може бути пошкоджена в результаті витіснення кисню навколо коренів метаном. Аміак та сірководень є основними складовими кислих компонентів полігонних газів. Кислі складові газу роблять внесок у формування кислотних дощів та вторинного підкислення ґрунтів і екосистем. Моніторинг газоподібних викидів є необхідною умовою ряду міжнародних угод, що стосуються якості атмосферного повітря та транскордонного перенесення забруднень.

Характеристики полігонних фільтратів дуже різноманітні в залежності від складу відходів, кількості опадів, розміщення водних об'єктів, ущільнення, віку відходів, процедури відбору проб та взаємодії фільтрату з компонентами довкілля [12].

Утворення фільтрату зменшується дуже повільно, а деякі параметри можуть представляти екологічну значимість протягом багатьох десятиліть та століть. Фільтрат може мігрувати у ґрунтові води і забруднювати поверхневі води через відсутність належної системи дренажу або її пошкодження. Це призводить до серйозних екологічних проблем, бо водоносні горизонти вимагають великих періодів часу для реабілітації.

Полігони ТПВ призводять до деградації ґрунту як природного об'єкта, що проявляється в руйнуванні багатьох ґрунтових компонентів, відповідальних за виконання екологічних функцій ґрунтового покриву [13]. Крім того, ґрунти можуть накопичувати токсичні метали, які надалі акумулюються рослинами, потрапляють у харчові ланцюги і таким чином несуть велику загрозу для здоров'я тварин і населення [12].

Таким чином, шкідливий вплив полігонів на довкілля є багатовекторним, він охоплює наступні складові ландшафту: атмосферне повітря, ґрунти, ґрунтові та поверхневі води, рослинність та тваринний світ. Особливо небезпечним є вплив на стан здоров'я та психіку людей, що проживають поруч з полігоном. Тому при визначенні критеріїв для вибору території під розміщення полігону необхідним є врахування усіх компонентів геосистеми, на яких може проявитися негативний вплив.

*Визначення критеріїв для вибору місця розміщення полігону ТПВ.* В Україні критерії розміщення полігонів ТПВ чітко визначені регламентними документами [2,3]. За цими нормами, полігони мають бути розміщені на певній відстані від об'єктів іншого функціонального призначення. Полігони заборонено облаштовувати у зонах підтоплення й інших небезпечних геологічних процесів, а також на територіях сезонного затоплення; у заболочених місцях; у зонах поповнення і виходу на поверхню підземних вод; у зонах формування і використання мінеральних вод; на територіях зон санітарної охорони водойм, водозаборів питних і мінеральних вод; у зонах санітарної охорони курортів та заповідників; на землях, зайнятих чи призначених під зайняття лісами, лісопарками, іншими зеленими насадженнями, що виконують захисні функції і є місцями масового відпочинку населення.

Полігони ТПВ мають розміщувати ще з урахуванням рози вітрів відносно житлової забудови, зон відпочинку й інших місць масового перебування населення за межами санітарно-захисної зони.

Ухил місцевості у цих нормах не розглядається як обмежувальний фактор, а лише слугує критерієм для класифікації полігонів за особливостями розташування у рельєфі [26].

З огляду на фактори, що можуть стати визначальними у впливі полігону на довкілля, наведені критерії вибору місця є не зовсім повними. Враховуючи вимоги міжнародних природоохоронних конвенцій та прикладні дослідження у даній сфері, можна указати на ряд інших параметрів, які мають доповнити існуючі. Так, при виборі придатного місця для розташування у сільських районах з невеликою чисельністю населення, домінуючим фактором може стати економічна привабливість розроблення полігону як джерела вторинних ресурсів, або можливість одержання дозволу на землекористування в межах утвореного кластеру сільських громад [27].

Серед фізико-географічних факторів вибору придатного місця для розташування полігону ТПВ можна виділити наступні:

*Ухил місцевості.* Занадто крутий ухил може зробити складним створення та утримання полігону. До того ж, ухили понад 12% створюють високі рівні стоку опадів. З вищим рівнем стоку та зменшенням обсягів інфільтрації забрудники можуть мігрувати на значно більші відстані від джерела забруднення. Для вибору придатного місця створюється карта ухилів місцевості [21]. Належним прийнято вважати ухил у 8-12%, проте, зазначений ухил не є чітко визначеним. Деякі автори вважають за прийнятний ухил у 30%. [19]

*Фізико-хімічні властивості ґрунтів.* Ґрунт має бути непроникним (мати коефіцієнт проникності менше  $1 \cdot 10^{-5}$ ) см / с) і мати значення катіонного обміну менше за 30мг-екв/100 г [19].

Певні обмеження накладають фактори, пов'язані з *несприятливими* фізико-географічними умовами. Пропонується розміщувати полігони на відстані у 100 м від геологічних розломів. Також має враховуватись

*материнська порода*. Перевага надається аргілітам [18], які виконують роль природного геологічного бар'єру, і не дозволяють просочуватись фільтрату до ґрунтових вод. Хоча цей фактор є важливим, він не завжди забезпечує захист водоносних горизонтів від забруднення фільтратом, що пов'язано з природними особливостями водоупорів: наявністю гідрогеологічних вікон, тріщинуватістю глин [27].

Для вибору вільної території важливо знати необхідну площу майбутнього полігону. Знаючи чисельність населення та середні показники утворення відходів можна розрахувати необхідний розмір території, враховуючи, що для захоронення 1 т ТПВ потребується 3 м<sup>2</sup> площі [28]. Цей показник розраховують, беручи до уваги середню площу 0,6 га/рік на 100 тис. населення [18].

Українські норми зовсім не враховують системні характеристики місць розташування полігонів. При тому існує ранжирування ландшафтів за придатністю до їх розміщення.

«Найпридатнішими» є ландшафти акумулятивно-елювіального типу на слабопроникних породах, а також ділянки «сухих» кар'єрних виробок мінеральної сировини. Такі території характеризуються стійкістю природних параметрів, що дозволяє спроектувати захисні інженерні споруди, стабільні та безпечні в часі.

«Придатними» є автономні елювіальні ділянки на суглинках; транселювіальні плоскосхилів на суглинках; елювіально-акумулятивні на суглинках; акумулятивно-елювіальні на супісках і суглинках.

«Відносно придатними» є автономні елювіальні ділянки на пісках і супісках; елювіально-акумулятивні на пісках і супісках, акумулятивно-елювіальні на пісках; транселювіальні крутосхилів на пісках та супісках; транселювіальні крутосхилів на суглинках.

«Непридатні» зони даної класифікації та державних норм збігаються [16].

*Висновки.* Україна переходить до системи раціонального поводження з ТПВ поступово впроваджуючи, сортування та вторинне використання ресурсоцінних компонентів. Проте, враховуючи необхідність організації додаткових місць поховання ТПВ, кількість існуючих полігонів та період адаптації населення до нових умов, можливо передбачити, що процес захоронення ТПВ буде співіснувати з іншими технологіями досить довгий час. Створення нових полігонів ТПВ неминуче, оскільки послугами санітарного очищення охоплено не все населення країни. Полігони ТПВ створюють антропогенний тиск майже на усі складові геосистеми: ґрунти, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, рослинність, тваринний світ. При проектуванні та пошуку оптимального варіанту розміщення необхідно оцінювати та враховувати повний життєвий цикл таких споруд. Це дозволить передбачити та уникнути більшості загроз на всіх етапах життєвого циклу, уникнути чи пом'якшити їх вплив на довкілля та здоров'я населення. При виборі місця розташування полігону необхідно враховувати обмежуючі критерії вибору, а також властивості геосистем, як



природних бар'єрів. Для застосування усіх критеріальних оцінок найбільш придатним методом є просторовий аналіз у середовищі ГІС.

*Використані джерела:*

1. Александрова Т. Д. Геоэкологические подходы к проектированию природно-технических систем /Александрова Т. Д.– М.: ИГАН, 1987
2. «Полігони твердих побутових відходів. Основи проектування» ДБН В.2.4-2-2005. Держбуд України, Мінприроди України 2005
3. «Складі зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» ДБН А.2.2-1-2003
4. Конвенція Еспоо «Про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті»
5. Європейська ландшафтна конвенція [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/994\\_154](http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/994_154)
6. Аналіз стану сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2011 рік: матеріали VII щорічної конференції малих міст України, (Українка, 26-27 червня 2012 р.). – К: АМУ, 2012. – 61с.
7. Алексеев И. Л., Березницкая М. В., Шмарин С. Л., Михайленко В. П. Состояние обращения с ТБО в Украине: Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и защита окружающей среды», (Кутаиси, Грузия, 30-31 мая 2012г.). – Кутаиси: Издательство Кутаисского государственного университета, 2012. – 533с.
8. Проект Національної стратегії поводження з твердими побутовими відходами в Україні Данського екологічного співробітництва з країнами Східної Європи (DANCEE)
9. Витебская А. Критерии выбора мероприятий по снижению экологической нагрузки при захоронении твердых бытовых отходов/А.В. Витебская, Е.А. Горковенко, В.В. Гольдман//Известия КГТУ. – 2005. - №8. - С. 23-29
11. Л. Є. Руденко, Є.О. Маруняк. Ландшафтне планування та його роль у вирішенні завдань сталого просторового розвитку країни //Український географічний журнал. – 2012. – №1. с.3-8
12. Environmental and socio-economic impacts of landfills: матеріали конференції ECO-TECH 2012 (Кальмар, 26-28 листопада 2012 р.)
13. Иванова Ю. С. Влияние несанкционированных свалок бытовых отходов на состояние почв (на примере г. Ульяновска): автореф. дис. на здобуття наук. ступеню канд. біолог. наук: спец. 03.02.08 «екологія», 03.02.13 «грунтознавство»/ Ю. С. Иванова. – Ульяновськ, 2012. – 24 с.
14. Ларіонов Н. С. Эколо-аналитическая оценка состояния компонентов природной среды в зоне влияния объектов размещения твердых бытовых отходов: автореф. дис. на здобуття наук. ступеню канд. хім. наук: спец 03.00.16 - «екологія» / Н. С. Ларіонов – Архангельськ, 2009. – 22 с.
15. Підлипський І. І. Еколого-геологическая характеристика полигонов бытовых отходов и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию: автореф. дис. на здобуття наук. ступеню канд. геолого-мінералогічних. наук: спец 03.00.16 - «геоекологія» /І. І. Підлипський – Санкт-Петербург, 2010. – 22с.
16. Микітчак Г. С. Геоэкологичне обґрунтування системи комплексного використання твердих побутових відходів у Львівській області: автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11 «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів» /Г.С. Микітчак. – Львів, 2012. –21с.
17. Вайсман Я. И. Проектирование полигонов ТБО / Вайсман Я. И., Коротаев В. Н., Тагилов М. А. Вострецов С. П. // Экология и промышленность России. - 2001. - №2.
18. Разработка концепции минимизации экологического риска при захоронении твердых бытовых отходов (ТБО) на полигонах: материалы межвузовской научно-технической конференции, посвященной 20-летию автодорожного факультета ПГТУ "Проектирование оснований, фундаментов, мостов, автодорог и средств механизации их строительства. Охрана окружающей среды", (Пермь, 1999 г.)
19. O. B. Delgado, M. Mendoza, E. L. Granados, B. Geneletti. Analysis of land suitability for the siting of inter-municipal landfills in the Cuitzeo Lake Basin, Mexico // Waste management. – 2008, vol. 28. – P. 1137-1146 .
20. S. P. Gbanie, P. B. Tengbe, J. S. Momohb, J. Medo, V. T. Simbay Kabba. Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone // Applied Geography – 2012, vol. 36 . – P. 1-10.

21. P. C. Pandey, L. K. Sharma, M. S. Nathawat. Geospatial Strategy for Sustainable Management of Municipal Solid Waste for Growing Urban Environment// Springer. – 2011, vol. 184. – P. 2419 - 2431.
22. W. Guiqina, Q. Lib, L. Guoxuea, C. Lijunc. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China // Journal of Environmental Management. – 2009. vol. 9. – P. 2414–2421.
23. Щербина Е. В. Методология анализа жизненного цикла при проектировании полигонов твердых бытовых отходов [Электронный ресурс] – режим доступа <http://lerschtul.ru/ocologi/metodologiya-analiza-zhiznennogo-cikla-pri-proektirovanii-poligonov-tverdyx-bytovyx-otxodov.html>
24. F. Cherubini, S. Bargigli, S. Ulgiati. Lifecycleassessment (LCA) of waste management strategies: Landfilling, sorting plant and incineration// Energy – 2009. vol. 34. – P. 2116–2123
25. Гавриленко О. П. Геоекологічне обґрунтування проектів природокористування /Гавриленко О. П. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 332 с.
26. Щербина Е.В. Научно-методологические основы геоэкологического проектирования полигонов твердых бытовых отходов: дис. доктора технических наук: 25.00.36 / Щербина Елена Витальевна – М., 2010. – 306 с.
27. Ненько Х.С., Михайленко В. П., Огородник С.С., Мартин Г.Г. Кластерная модель управления твердыми бытовыми отходами: Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и защита окружающей среды», (Кутаиси, Грузия, 30-31 мая 2012г.). – Кутаиси: Издательство Кутаисского государственного университета, 2012. – 533с.
28. Топчиев А. Г. Геоэкология Географические основы природопользования / А. Г. Топчиев. – Одесса «Астропринт», 1996. – 392 с.