

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЗВАЖЕНИХ БАЛІВ ДЛЯ РАЙОНУВАННЯ
ТЕРИТОРІЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯМ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ
ВІДХОДІВ (НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

Ключові слова: тверді побутові відходи, звалища та полігони, показник, районування, бальна оцінка

Вступ. Однією з актуальних екологічних проблем є проблема твердих побутових відходів (ТПВ), оскільки обсяги утворення відходів постійно зростають, а основним напрямком поводження з ними є розміщення за полігонах і звалищах. Під місця розміщення відходів відводяться території, які назавжди втрачають природне значення та ресурсну цінність, стають джерелом забруднення навколишнього природного середовища (НПС). В 2014 р. в Україні було зібрано 45 млн. м³ ТПВ, 65 % з яких вивезені у місця захоронення, яких офіційно налічується 6 тис. загальною площею понад 9 тис. га. За умов, коли послугами зі збирання та вивезення відходів охоплено 78 % населення, виникають стихійні звалища, яких у 2014 р. налічувалося 24 тис. загальною площею 1,5 тис. га [1]. Проблема захоронення ТПВ актуальна і для Одеської області зокрема. Загальна кількість полігонів і звалищ у 2012 р. становила 563, з них перевантаженими є 28, а 64 не відповідають нормам екологічної безпеки. Крім того, існує потреба у 52 нових полігонів (один із найвищих показників в Україні) загальною площею 119,38 га при загальній площі вже існуючих полігонів і звалищ – 978,1 га, тобто існує потреба у збільшенні площі на 12 % [2]. Тому дослідження ситуації з місцями видалення відходів в регіонах є особливо актуальним.

Районування території окремого регіону або області за набором показників, що характеризують видалення відходів, дозволяє, по-перше, дослідити ситуацію та зробити міжрайонні зіставлення, а, по-друге, провести групування районів за схожими ознаками. Все це є необхідною умовою для розробки ефективної стратегії поводження з ТПВ, оскільки дозволяє оптимізувати навантаження, що створюється місцями видалення відходів. На нашу думку, використання території під видалення відходів можна вважати одним з показників антропогенного навантаження на НПС. Отже, прикладні дослідження щодо територіальної

диференціації за ситуацією із захороненням відходів є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання земель для видалення відходів висвітлюється у регіональних доповідях про стан НПС, статистичних збірниках з охорони довкілля (наприклад, [3]) та у довідниках [4]. Дослідження просторової мінливості та районування територій за ситуацією з відходами представлені, наприклад, такими роботами: диференціація регіонів України за кількістю утворення, розміщення та наявності відходів I-III класів небезпеки (А.І. Волков [5]), диференціація районів Одеської області у розрізі місць видалення відходів (Т.А. Сафранов, В.Ю. Приходько, Т.П. Шаніна [6]), кластеризація територіальних одиниць як інструмент поводження з відходами [7]. В цих роботах використовується кластерний аналіз. На нашу думку, є певні перспективи у іншого методу районування – методу зважених балів, який широко застосовується в географічних дослідженнях. Отже, **метою** даного дослідження є розробка алгоритму районування території за використанням земель для видалення ТПВ методом зважених балів, що передбачає розробку набору показників районування та визначення особливостей їх врахування у комплексному показнику.

Матеріали і методи дослідження. Вихідними даними для характеристики ситуації, що склалася з відходами в Одеській області, є офіційні матеріали звітів, доповідей, програм тощо. Для районування території Одеської області за ситуацією з використанням земель для видалення ТПВ було застосовано метод зважених балів. Метод зважених балів знайшов широке використання в сучасних географічних та екологічних дослідженнях, що пов'язані з комплексними оцінками рівня антропогенного навантаження на довкілля, станом та якістю довкілля, використанням природних ресурсів тощо. Метод дозволяє охарактеризувати певний об'єкт чи територію за групою ознак,

що представлені різними величинами або мають якісне наповнення, коли безпосереднє переведення часткових ознак у комплексний показник неможливе. Суть методу зважених балів полягає у переводі показників по певних об'єктах у часткові бали, за допомогою яких знаходять комплексний бал, в якому зважено враховуються бальні оцінки показників [8].

Результати дослідження та їх аналіз.

Представимо алгоритм методу зважених балів для вирішення завдання районування території області за використанням земель для видалення ТПВ. Під районуванням території за ситуацією з використанням земель для видалення ТПВ ми розуміємо поділ території на окремі частини шляхом обґрунтованого об'єднання територіальних одиниць у групи, кожна з яких має певну специфіку, що притаманна окремим її складовим.

На першому етапі визначаються територіальні одиниці та формується масив вихідної інформації для районування у вигляді матриці, кожний рядок якої – це набір показників, що характеризують певну територіальну одиницю. Вивчення вихідних матеріалів дало змогу сформулювати масив даних з використання земель для видалення ТПВ, що нараховує дев'ять показників: 1) кількість звалищ станом на 1.01.2014 [9]; 2) площа, яка зайнята під ТПВ станом на 1.01.2014 [9]; 3) проектна площа полігонів ТПВ [10]; 4) проектна маса відходів, що будуть розміщені на полігонах (звалищах) [9]; 5) частка площі району, зайнята місцями видалення відходів, %; 6) кількість полігонів (звалищ) у перерахунку на 1 тис. мешканців; 7) динаміка зміни середньої площі одного полігону (звалища) за 2011-2013 рр. (розрахована за даними з [9] і [11]); 8) середня площа одного полігону (звалища); 9) щільність місць захоронення ТПВ, тобто їх кількість на одиницю площі району.

В якості територіальної одиниці, яка характеризується таким набором показників, виступає адміністративний район, яких в Одеській області налічується 26. Вибір адміністративного району як територіальної одиниці районування зумовлений тим, що вихідна інформація має прив'язку до районів області, які, до того ж, мають компетенцію у вирішенні проблеми захоронення відходів на власній території. Тобто при районуванні дотримуємося принципу відповідності адміністративно-територіальному устрою.

На другому етапі масив показників у абсолютних величинах трансформують у прості оціночні бали за допомогою розробленої шкали оцінювання, яка переважно є рівномірною та охоплює усі значення показника, оскільки розробляється на їх основі. Шкалу з певними значеннями можна застосовувати у тому випадку, коли вже є розроблена система класифікації значень показника – наприклад, класи якості за показником індексу забруднення води.

Алгоритм складання шкали для бальної оцінки складається з таких етапів. По-перше, визначається кількість балів і, відповідно, кількість градацій значень показника. Для визначення кількості градацій (k) можна скористатися таким виразом:

$$k \leq 5 \lg n, \quad (1)$$

де n – кількість значень показника (в нашому випадку – кількість територіальних одиниць).

Далі визначається амплітуда коливання значень показника $A = X_{\max} - X_{\min}$ та інтервал або крок для розрахунку діапазону значень показника у кожній градації $h = \frac{A}{k}$, з використанням якого складається шкала для визначення балів в залежності від значень показника. В якості прикладу наведемо розподіл значень кількості звалищ (табл. 1).

Таблиця 1 – Приклади розробки шкал для бальної оцінки окремих показників

Оцінка в балах (B_i)	Градації показників		
	кількість полігонів і звалищ	проектна площа полігонів і звалищ, га	динаміка зміни середньої площі одного полігону за 2011-2013 рр.
1	1 – 10	< 10	< 0,5
2	11 – 20	11 – 30	0,5 – 0,7
3	21 – 30	31 – 50	0,7 – 0,9
4	31 – 40	51 – 70	0,9 – 1,1
5	41 – 50	71 – 90	1,1 – 1,3
6	51 – 60	91 – 110	1,3 – 1,5
7	61 – 70	> 111	> 1,5

Необхідно зауважити, що у випадку використання рівномірної шкали, розробленої на основі значень показника, постає питання однорідності рядів даних. Наявність екстремальних значень показника («викидів») суттєво впливає на розподіл значень показників по градаціях. На нашу думку, доцільно перевіряти ряди даних на однорідність, а «викиди» включати в розподіл значень у першу та останню градацію, і, відповідно, оцінювати мінімальним та максимальним значенням балу. В цьому випадку маємо справу з нерівномірною шкалою розподілу значень показника. Для визначення «викидів» можна скористатися, наприклад, правилом 3σ або вилучати «викиди», поки коефіцієнт варіації не стане меншим за 33%.

Так, попередній аналіз проектної площі полігонів по районах Одеської області показав значну неоднорідність даних: значення показника змінювалися від 0,2 до 2624,15 га, коефіцієнт варіації дорівнював 290%. При цьому основна частина даних коливалася в межах від 10 до 110 га, що було враховано при розподілі проектної площі полігонів за градаціями (табл. 1). При такому розподілі коефіцієнт варіації «однорідної» частини даних склав 59 % і при подальшому вилученні даних зменшувався незначно.

Побудова нерівномірних шкал розподілу значень показника може бути виконана виходячи з їх якісної характеристики. В нашому випадку саме таким є показник динаміки зміни середньої площі одного полігону за 2011-2013 рр. Якщо значення цього показника більші за одиницю, це означає зростання середньої площі одного полігону і навпаки. Отже, одиниця відіграє роль межі переходу від однієї ситуації до іншої і приймається в якості розподільчої величини. Якщо прийняти до уваги зміст показника динаміки зміни середньої площі одного полігону, то можна сказати, що він має бути відносно стабільним, тобто коливатися в межах $1 \pm 0,5$. Для значної зміни показника необхідно, щоб одночасно зростала площа полігонів та зменшувалась їх кількість, що не є характерним в реальних умовах. Хоча в нашому випадку ми маємо окремі дані, що вказують на значну позитивну динаміку (збільшення у 6 разів для Любашівського району та майже у 5 разів – для Фрунзівського району), але вона пояснюється вдосконаленням системи обліку звалищ та полігонів. Тому пропонуємо такий розподіл величини динаміки зміни середньої

площі одного полігону для переведення цих значень у прості оціночні бали (табл. 1).

Отже, при розробці шкал розподілу значень показників, що характеризують використання території під місця видалення відходів, скористалися трьома способами: побудова рівномірної шкали значень показника, перевірка на однорідність та віднесення «викидів» до першої та останньої градації, «примусове» групування даних, виходячи з їх якісного наповнення.

Окремо розглянемо такий показник, як середня площа одного полігону. Це єдиний показник з переліку, збільшення/зменшення значення якого не можна охарактеризувати як посилення/послаблення негативного впливу. Наприклад, великі значення середньої площі одного полігону вказують на те, що у межах певної територіальної одиниці їх мало, але вони значні за площею. Зробити однозначний висновок про те, що така ситуація гірша за іншу, коли звалищ багато, але вони малі за площею, не можна. До того ж, відомо, що перспективними з точки зору отримання біогазу є саме великі місця захоронення відходів. Це означає, що територіальні одиниці з найбільшою середньою площею одного полігону (звалища) повинні розглядатися у першу чергу при вирішенні питання про використання біогазового потенціалу регіону.

Але, з огляду на вищесказане, з переліку показників, за якими проводимо районування, середню площу одного полігону (звалища) необхідно виключити та розглядати окремо. Також з переліку показників районування можна виключити щільність місць захоронення ТПВ, оскільки його зміст є тотожним до показника кількості полігонів (звалищ) у перерахунку на 1 тис. мешканців. Отже, при районуванні достатньо використовувати один з цих показників.

На третьому етапі для i -ої територіальної одиниці розраховується комплексний або зважений бал (B_i) за формулою (1)

$$B_i = \sum_{j=1}^m B_{ij} \cdot K_j, \quad (2)$$

де B_{ij} – прості оціночні бали по окремих показниках районування; K_j – ваговий коефіцієнт j -го показників районування.

Районування території за методом зважених балів передбачає визначення

«ваги» кожного фактора, що формує інтегральний бальний показник. Для цього використовують вагові коефіцієнти, суть яких полягає у відображенні важливості окремого фактора серед інших показників. В посібнику [8] пропонується визначати вагові коефіцієнти одним з двох методів: за допомогою коефіцієнтів парної кореляції або експертним оцінюванням. Визначення вагових коефіцієнтів з використанням коефіцієнтів парної кореляції проводиться у два способи: за умови вибору домінантного фактора та за допомогою визначення додаткового показника, що є спільним для усіх районів. У випадку роботи з показниками, що характеризують місця видалення відходів, визначення додаткової ознаки, спільної для всіх районів, не представляється можливим. А спроба знайти вагові коефіцієнти за допомогою коефіцієнтів парної кореляції виявилася невдалою через відсутність зв'язку між окремими показниками. Тому скористаємося іншим методом – експертним оцінюванням.

Існує достатньо багато методів визначення вагових коефіцієнтів, що базуються на експертних оцінках, але за змістом їх можна об'єднати у три групи: ранжування факторів, присвоювання балів (пряме оцінювання), метод аналізу ієрархій (попарне порівняння) [12, 13]. Вибір методу визначення вагових коефіцієнтів за

допомогою експертного оцінювання залежить від оцінюваних факторів та їх кількості, а також від експертів, що їх оцінюють. В [12] показано, що застосування таких методів для визначення вагових коефіцієнтів дає близькі результати. Отже, для визначення вагових коефіцієнтів показників, що характеризують місця розміщення відходів, використаємо метод присвоювання балів з такими вихідними умовами: важливість показника змінюється від 1 до 10 по мірі збільшення важливості; різні показники можна оцінювати однаковими балами; кількість експертів склала вісім осіб.

Отримані результати оцінювання за кожним із показників нормують на суму балів, що проставлені експертом, а отримані оцінки підлягають подальшій обробці з визначенням ваги кожного показника, причому отримані значення вагових коефіцієнтів змінюються від 0 до 1, а

$$\sum_{j=1}^m K_j = 1.$$

Результати визначення простих оціночних балів B_{ij} та вагових коефіцієнтів K_j для показників, що характеризують використання земель для видалення ТПВ у розрізі адміністративних районів Одеської області представлені у табл. 2.

Таблиця 2 – Результати визначення комплексного балу B_i для районів Одеської області

Райони	Прості оціночні бали показників та їх вагові коефіцієнти							B_i
	$K_1 = 0,12$	$K_2 = 0,15$	$K_3 = 0,11$	$K_4 = 0,11$	$K_5 = 0,18$	$K_6 = 0,14$	$K_7 = 0,18$	
Ананьївський	2	2	1	2	4	3	7	3,27
Арцизький	3	4	7	7	4	2	4	4,22
Балтський	4	2	1	1	2	3	7	3,04
Білгород-Дністровський	4	6	3	4	5	2	4	4,05
Біляївський	3	2	1	1	3	1	7	2,82
Березівський	7	7	2	2	7	7	7	5,83
Болградський	2	5	4	6	6	1	3	3,85
Великомихайлівський	3	4	3	1	4	3	4	3,26
Іванівський	1	2	2	1	3	1	4	2,15
Ізмаїльський	2	3	6	5	4	2	4	3,62
Кілійський	2	3	3	2	3	1	4	2,64
Кодимський	3	2	2	1	4	3	4	2,85
Комінтернівський	2	7	4	5	7	1	7	4,95
Котовський	1	1	3	3	1	1	1	1,43
Красноокнянський	2	2	1	1	3	3	6	2,80
Любашівський	3	2	1	1	3	3	7	3,10
Миколаївський	4	4	1	1	5	7	4	3,90
Овідіопольський	2	2	6	7	3	6	1	3,53
Ренійський	1	2	7	1	2	5	4	3,08
Роздільнянський	4	5	1	1	7	4	3	3,81
Саратський	1	1	1	1	2	2	7	2,39
Савранський	2	3	7	7	3	2	2	3,41
Тарутинський	5	7	3	2	7	4	4	4,74
Татарбунарський	2	6	3	5	5	2	4	3,92
Ширяївський	1	1	4	4	1	1	7	2,73
Фрунзівський	3	3	5	1	3	3	7	3,69

Отже, маємо розрахункові значення B_i , який змінювався від 1,43 (Котовський район) до 5,83 (Березівський район).

Останнім етапом є розподіл територіальних одиниць по групах в залежності від значення комплексного балу B_i . Тут також можна скористатися умовою (1). Але в нашому випадку обмежимося виділенням п'яти груп територіальних одиниць, аналогічно до результатів, представлених у роботі [6]. Розподіл районів Одеської області за комплексним балом B_i представлений у вигляді карти-схеми (рис.).

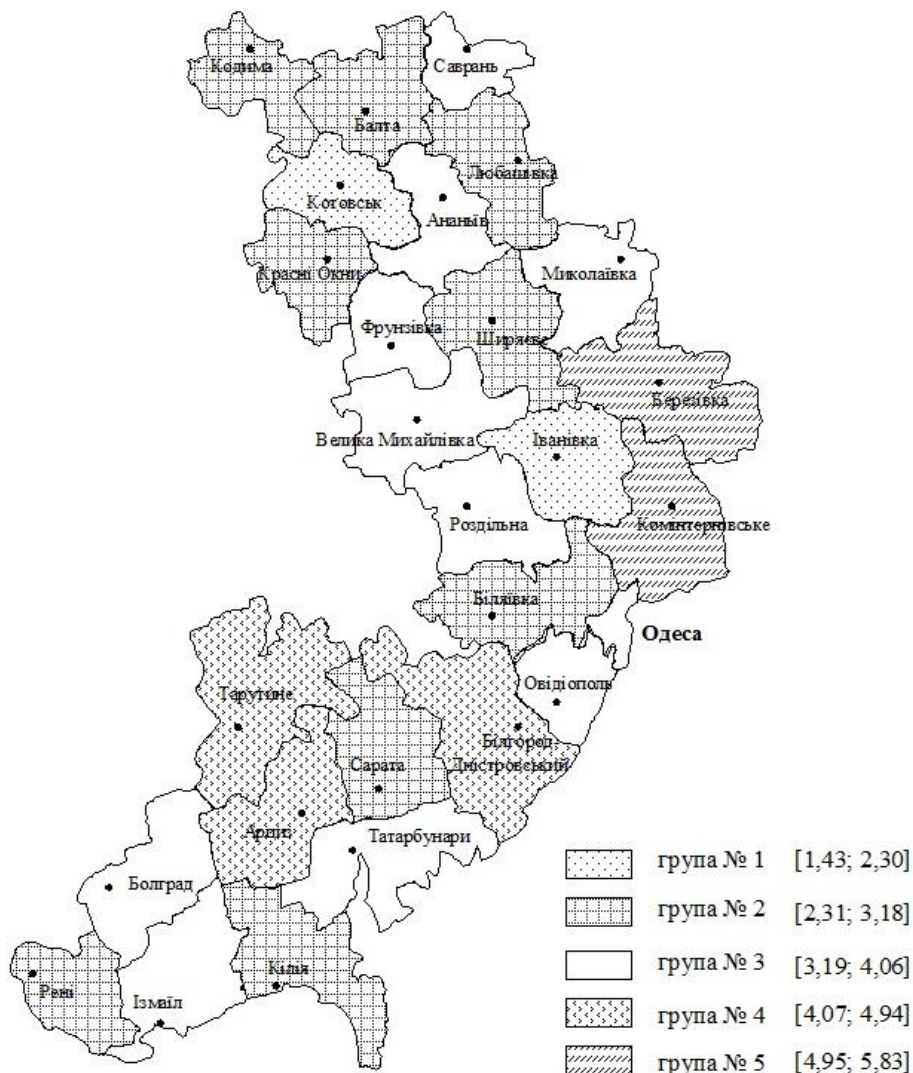


Рис. – Районування території Одеської області за використанням земель для видалення ТПВ

Висновки та перспективи досліджень. Використання методу зважених балів для вирішення завдання районування території за використанням земель для видалення відходів є доцільним та має певні переваги, наприклад, перед кластерним аналізом. По-перше, це можливість проробити алгоритм та внести корективи залежно від якісного наповнення, наприклад вибрати розподіл показника по градаціям. По-друге, в якості значень показників можна використовувати якісну характеристику, яку можна оцінювати балами. Але ці переваги є причиною привнесення у алгоритм елементів суб'єктивізму, що є

недоліком методу. Розроблений набір показників для районування території за використанням земель для видалення відходів може бути доповнений іншими, а самі показники можуть використовуватися в окремих дослідженнях та виступати у ролі екоіндикаторів для оцінки стану проблеми захоронення відходів. Комплексний бал B_i можна розглядати як екоіндикатор використання земель під захоронення ТПВ. В подальшому на його основі можна розробити показник антропогенного навантаження на земельні ресурси, що створюється місцями видалення ТПВ.

Список літератури

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2014 році. – К.: Мінприроди, 2016. – 350 с. 2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2013 році. – К.: Мінприроди, 2015. – 289 с. 3. Утворення та поводження з відходами у 2013 році: експрес-випуск [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.od.ukrstat.gov.ua – Назва з екрану. 4. Одеський регіон: передумови формування, структура та територіальна організація господарства / за ред. О. Г. Топчієва. – Одеса: Астропринт, 2012. – 332 с. 5. Управління та поводження з відходами / за ред. Сафранової Т.А. і Клименка М. О. – Одеса: ТЕС, 2012. – 272 с. 6. Сафранов Т. А. Проблема розміщення відходів на звалищах та полігонах Одеської області / Сафранов Т. А., Приходько В. Ю., Шаніна Т. П. // Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. – 2016. – Вип. 14. – С. 83-90. 7. Путренко В. В. Кластеризація геопросторових даних при інтелектуальному аналізі / В. В. Путренко, І. Г. Красовська // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2015. – №3 (73). – С. 45-52. 8. Игошин Н. И. Математические методы в физической географии / И. Н. Игошин. – Одесса: Астропринт, 2005. – 472 с. 9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2013 році. – Одеса, 2014. – 262 с. 10. Реєстр місць видалення відходів Одеської області (на 2011 р.). 11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2011 році. – Одеса, 2012. – 250 с. 12. Коробов В. Б. Сравнительный анализ методов определения весовых коэффициентов влияющих факторов / В. Б. Коробов // Социология 4М. – 2005. – №20. – С. 54-73. 13. Хамханова Д. Н. Теоретические основы обеспечения единства экспертных измерений / Д. Н. Хамханова. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 170 с.

Приходько В. Ю. Особливості застосування методу зважених балів для районування території за використанням земель для видалення твердих побутових відходів (на прикладі Одеської області). Для вивчення та оцінки ситуації із захоронення твердих побутових відходів у спеціально відведених місцях розроблений набір показників, що базується на кількісних характеристиках. Показані особливості застосування методу зважених балів при районуванні території за використанням земель для видалення твердих побутових відходів: від прикладів розробки шкал для окремих показників до визначення вагових коефіцієнтів.

Ключові слова: тверді побутові відходи, звалища та полігони, показник, районування, бальна оцінка.

Prykhodko V. Features of applying the method of weighted scores for zoning by land use for municipal solid waste removal (on the example of Odessa region). One of the most actual environmental problem of municipal solid waste disposal is considered in the paper. The assessment of situation of the waste removal on landfills and dumps can be done by set of indexes usage. The set of indexes was developed for study and estimation of situation from the municipal solid waste disposal in the specially places, that is based on quantitative descriptions. There are nine indicators proposed by us: numbers of landfills and dumps; area of these places; design area of landfills; design mass of waste will be disposed; the part of territory occurred by landfills ad dumps; number of landfills (dumps) per 1 thousand residents; dynamics of changes in the average area of a single landfill; the average area of a single landfill; the density of waste disposal places. Each of these indexes can be used as a single or as a set to territory zoning. The territory zoning by set of indexes allows to investigate the situation, to make comparisons, and to group areas with similar characteristics. One of the zoning methods is do it by weighted scores – the translation of indicators of specific objects in the partial scores and then complex score getting, which weighty takes into account the scoring means of indicators. The features of application of weighted scores method for zoning by land use for waste disposal were shown: from the examples of scales development for separate indexes to determination of weighed coefficients. The most convenient method of convenient determination is an expert assessment. The developed algorithm of zoning by land use for municipal solid waste removal by the method of weighted scores is testing on the Odessa region example. The twenty-six administrative districts of the Odessa region were grouped in five groups by complex score, which are presented by map. Zoning by land use for municipal solid waste removal is necessary to justify the regional strategy of effective municipal solid waste treatment and problem assessment. The developed set of indicators can include other parameters and applied to any region. Complex score can be considered as eco-indicator of land use for solid waste disposal. In the future, on its basis it is possible to develop an indicator of human pressure on land resources, creates by places of solid waste disposal.

Keywords: municipal solid wastes, dumps and landfills, index, zoning, scoping.

Приходько В.Ю. Особенности применения метода взвешенных баллов для районирования территории по использованию земель для удаления твердых бытовых отходов (на примере Одесской области). Для изучения и оценки ситуации по захоронению твердых бытовых отходов в специально отведенных местах разработан набор показателей, который базируется на количественных характеристиках. Показаны особенности применения метода взвешенных баллов при районировании территории по использованию земель для удаления твердых бытовых отходов: от примеров разработки шкал для отдельных показателей до определения весовых коэффициентов.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, свалки и полигоны, показатель, районирование, бальная оценка.

Надійшла до редколегії 15.11.2016