

DOI: 10.15593/2409-5125/2020.03.06

УДК 628.4.02

Е.А. Примак, Э. Пареха, А.И. Тимофеева

Российский государственный гидрометеорологический университет,
Санкт-Петербург

ИНДИКАТОРНАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В ЭКВАДОРЕ

Рассмотрена проблема ежегодно увеличивающегося объема твердых коммунальных (муниципальных) отходов, а также подчеркнута необходимость разработки эффективной системы управления отходами как неотъемлемой составляющей обеспечения устойчивого развития.

Проанализирована система обращения с муниципальными отходами в Эквадоре: структура управления отходами, основные этапы обращения с отходами, особенности системы управления отходами. Также показаны основные характеристики отходов и методы обращения с ними.

Предложена индикаторная оценка системы управления муниципальными отходами. На основании того, характеризует ли индикатор (показатель) комплексную систему управления как эффективную или неэффективную, можно получить объективное представление о функционировании системы, а именно: анализируя значения отдельных компонентов системы обращения с отходами, можно понять, какие из них нуждаются в доработке для достижения наиболее экономически, социально и экологически оправданной деятельности по обращению с отходами, а также принять необходимые управленческие решения.

По результатам проведенной индикаторной оценки системы обращения с отходами в Эквадоре были даны основные рекомендации по модернизации системы.

Ключевые слова: управление отходами, комплексная система обращения с отходами, индикаторы оценки системы управления отходами, обращение с отходами в Эквадоре

Ежегодно в мире образуется 2,1 млрд т твердых коммунальных отходов [1]. Рост численности населения, увеличивающаяся урбанизация, изменение состава и количества используемого упаковочного материала, а также формирование общества потребления в совокупности способствуют увеличению объемов отходов в целом. В связи с этим управление системой обращения с отходами, будучи комплексной задачей, требует такой организации, которая бы оказывала минимальное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, при этом сохраняя возможность устойчивого развития.

Основной проблемой во всем мире, связанной с отходами, является полигонное захоронение и их несанкционированное размещение. Более 40 % твердых коммунальных (муниципальных) отходов захоранивается на полигонах и еще 33 % вывозятся на несанкционированные свалки [1]. По-

лигон – это комплекс природоохранительных сооружений, который должен отвечать санитарно-эпидемиологическим требованиям, однако зачастую он не является таковым. Более того, полигон может выступать источником сильного негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека, так как при захоронении отходов происходят изменения всех компонентов природной среды: поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, геологической среды, почвы и биотической составляющей. Так, поступление в атмосферу метана с полигонов составляет 18 % от общего его поступления от всех других антропогенных источников выброса [2]. При взаимодействии отходов с атмосферными осадками образуется фильтрат, насыщенный тяжелыми металлами, который выводится из тела полигона за период от 1 до 25 лет в зависимости от типа почвы [3]. При этом зона воздействия полигонов на грунтовые воды может охватывать большие площади (иногда до 1 км²) при отсутствии надлежащей канализационной системы и гидроизоляции [4]. Помимо этого, на полигонах образуются хлорорганические соединения, которые за счет циклов миграции проникают в ткани живых организмов и таким образом поступают на разные уровни трофических цепей [3].

Проблема увеличения образованных отходов и полигонного захоронения отходов также актуальна для Республики Эквадор, расположенной в экваториальной зоне северо-восточной части Южной Америки с площадью 284 тыс. км². Территорию страны можно поделить на четыре природных региона: островную (Галапагосские острова), Амазонскую сельву, побережную равнинную (Коста), горную (Сьерра). В Эквадоре отсутствует ярко выраженная сезонность, однако существуют понятия «сухого» и «влажного» сезонов. Отсутствует также и большая годовая амплитуда температур, среднегодовая температура составляет 21,5 °C [6].

В настоящее время Эквадор – развивающаяся страна с высоким процентом урбанизации (63,8 %) [6] и положительным показателем прироста населения, в среднем равным 1,63 % за последнее десятилетие [7]. По индексу человеческого развития (Human Development Index), который характеризует уровень жизни государства, Эквадор занимает 85-ю позицию из 189 стран, что относит ее к категории стран с высоким уровнем развития человеческого потенциала [8]. Согласно индексу экологической эффективности (Environmental Performance Index), оценивающему эффективность экологической политики и состояние окружающей среды вместе с жизнеспособностью экосистем, Эквадор занимает 87-е место из 180 стран. Таким образом, Эквадор можно позиционировать как страну с уровнем качества жизни и состояния окружающей среды выше среднего [9].

Административно-территориальное устройство страны представляет собой деление на 7 регионов, 24 провинции, 221 кантон (с муниципалитетом в качестве центрального органа управления) и 1500 приходов. Население страны составляет более 17 млн человек, при этом более 36 % городского населения проживают в трущобах. Плотность населения распределена неравномерно: наиболее плотно заселены западная побережная и центральная части страны.

Вопросами охраны окружающей среды и, в частности, сферой управления отходами занимается Министерство окружающей среды Эквадора (Ministerio del Ambiente). Технический комитет, созданный для улучшения сферы управления отходами, является связующим звеном между министерством и муниципалитетами. За муниципалитетами закреплена обязанность комплексного управления твердыми отходами, включая опасные и специальные. Таким образом, именно муниципалитеты несут ответственность за осуществление всех этапов обращения с отходами – от их сбора до захоронения или утилизации.

С внедрением в 2010 г. Национальной программы комплексного управления твердыми отходами (Gestión Integral de Desechos Sólidos), направленной на минимизацию воздействия на окружающую среду и улучшение качества жизни населения, ситуация в сфере управления отходами в Эквадоре улучшилась. Программы комплексного управления твердыми отходами бессрочные, по достижении поставленных целевых показателей ставятся новые. Так, в числе целей программы, поставленных на 2017 г., было закрытие всех несанкционированных свалок, так называемых свалок «под открытым небом». К концу 2017 г. в рамках данной программы было ликвидировано около 50 % подобных свалок.

В соответствии с экологическим законодательством Эквадора отходы, образующиеся от домохозяйств, и сходные с ними отходы называются муниципальными. Существуют четыре основных категории муниципальных отходов:

1) *неопасные отходы* – все предметы, вещества или материалы, которые остались при производстве или потреблении, и больше не представляют собой потребительской ценности и нуждаются в удалении;

2) *опасные отходы* – отходы, обладающие опасными для окружающей среды и здоровья человека свойствами (токсичность, взрывчатость, радиоактивность и др.);

3) *специальные отходы* – отходы, нуждающиеся в утилизации с повторным использованием с целью снижения объемов образования

подобных отходов и их влияния на окружающую среду и здоровье человека;

4) *перерабатываемые отходы* – отходы, которые могут быть повторно вовлечены в жизненный цикл при производстве продукции. Они могут быть органическими и неорганическими (бумага, пластик, стекло) [5].

Ежегодно в Эквадоре образуется более 12 млн т муниципальных отходов, при этом наблюдается тенденция роста объемов их образования. Морфологический состав отходов преимущественно представлен органическими отходами – 57,3 % от общего количества отходов, в меньшей степени пластиковыми отходами – 10,6 %, картоном – 5,8 %, бумагой – 4,4 %, неопасными биологическими отходами – 5,1 % и другими (дерево, стекло, резина и др.) – 16,8 % [10].

Плата за услугу сбора и вывоза отходов от домовладений в основном взимается исходя из пересчета на количество используемой электроэнергии: чем больше энергии было расходовано жильцами квартиры, тем дороже будет стоить услуга. Таким способом осуществляют сбор 50,7 % муниципалитетов страны. В 23,2 % муниципалитетов плата за услугу устанавливается в соответствии с использованием жильцами водоснабжения. В других случаях плата, напрямую установленная муниципалитетом (4,6 %), взимается либо исходя из налога на имущество (3,7 % муниципалитетов), либо комбинированным способом (используется 10 % муниципалитетов); 7,8 % муниципалитетов устанавливают размер платы на особых условиях [10].

Основным методом обращения с отходами в Эквадоре является их захоронение, что составляет более 97 % [10]. В стране остро стоят вопросы несанкционированных свалок, сброса отходов в водоемы и складирования их на бесхозных участках.

Рассматривая схему обращения с муниципальными отходами в Эквадоре, можно выделить следующие этапы:

- 1) подметание и очистка городской территории;
- 2) сбор;
- 3) транспортировка;
- 4) сортировка и извлечение полезных компонентов;
- 5) окончательная переработка.

Для объективной оценки эффективности системы управления отходами используются индикаторы CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente / Панамериканский Центр санитарии и экологических наук), разработанные и рекомендованные для Латинской Америки и стран Карибского бассейна.

Индикаторы представляют собой показатели, которые позволяют объективно измерять и оценивать состояние элементов комплексной системы управления отходами. По индикаторам можно судить о том, какие элементы системы имеют недостатки и требуют доработки с целью ее совершенствования [11].

В соответствии с методологией CEPIS каждый показатель может по оценочной шкале охарактеризовать систему управления отходами как «эффективную» или «неэффективную» (табл. 1). В настоящей работе было отобрано 10 показателей (индикаторов), отображающих финансово-экономическую и оперативно-техническую составляющие системы управления отходами.

Таблица 1

Индикаторы комплексного управления муниципальными отходами для стран Латинской Америки [11]

Показатели CEPIS – <i>индикаторы комплексного управления муниципальными отходами</i>	Оценочная шкала		
	эффективная система управления отходами		неэффективная система управления отходами
Образование отходов на душу населения (кг/чел./день)	<0,35	0,35–0,75	>0,75
Экономико-финансовые индикаторы			
<i>Обработка отходов</i>			
Стоимость обработки отходов на одного зарегистрированного жильца (долл. США/чел.)	0,23–0,61	0,62–0,91	>0,91
Общая стоимость обработки отходов за тонну мусора (долл. США/т/месяц)	<15	16–40	>40
Процентная доля субсидий в общем бюджете (%)	<10	10–30	>30
Отношение дохода к общей стоимости услуги (%)	>66	35–65	<33
Операционно-технические индикаторы			
<i>Подметание и уборка общественных мест</i>			
Процент улиц, охватываемых услугой (%)	85–100	50–84	<50
<i>Разделение отходов в источнике их образования</i>			
Количество извлекаемых неорганических отходов к общему количеству отходов (%)	60–80	40–59	<40
<i>Использование органических отходов</i>			
Количество используемых органических отходов к общему количеству отходов (%)	60–80	40–59	<40
<i>Система сбора</i>			
Охват сбора отходов (%)	60–100	30–59	<30
<i>Окончательное удаление отходов</i>			
Отходы, направляемые на полигоны (% от общего объема образования)	<60	60–84	>85

Данные рассматриваемых показателей позволяют сравнить текущее состояние муниципалитетов с другими аналогичными характеристиками. Таким же образом можно проанализировать сбои в управлении отходами, такие как охват, производительность и эффективность. По результатам проведенного анализа расставляются приоритеты для улучшения системы управления отходами и разрабатываются планы для их достижения.

Оценка системы управления муниципальными отходами была выполнена для четырех регионов Эквадора: горного (Сьерра), прибрежного (Коста), восточного (Амазония) и островного. В качестве исходных данных использовались статистические данные муниципалитетов Эквадора за 2017 г., полученные Национальным институтом статистики и переписи населения. В табл. 2 представлены результаты показателей комплексного управления отходами в соответствии с методикой CEPIS.

Таблица 2

Показатели комплексного управления муниципальными отходами отдельных регионов Эквадора [6]

Индикаторы комплексного управления муниципальными отходами	Регионы			
	Сьерра	Коста	Амазония	Островная часть
	Число муниципалитетов			
	91	79	40	2
Образование отходов на душу населения (кг/чел./день)	0,70	1,00	0,70	0,70
Эффективность системы управления отходами	<i>эффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>эффективная</i>	<i>эффективная</i>
Экономико-финансовый индикатор				
<i>Обработка отходов</i>				
Стоимость обработки отходов на одного зарегистрированного жильца (долл. США/чел.)	2,36 \$	1,20 \$	1,60 \$	5,8 \$
Эффективность системы управления отходами	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>
Общая стоимость обработки отходов за тонну мусора (долл. США/т/месяц)	92,08 \$	42,60 \$	92,59 \$	99,64 \$
Эффективность системы управления отходами	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>
Процентная доля субсидий в общем бюджете (%)	21	73	77	36
Эффективность системы управления отходами	<i>эффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>

Окончание табл. 2

Индикаторы комплексного управления муниципальными отходами	Регионы			
	Сьерра	Коста	Амазония	Островная часть
	Число муниципалитетов			
	91	79	40	2
Отношение дохода к общей стоимости услуги (%)	79	27	23	64
Эффективность системы управления отходами	<i>эффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>эффективная</i>
Операционно-технический индикатор				
<i>Подметание и уборка общественных мест</i>				
Процент улиц, охватываемых услугой (%)	84,6	74,0	83,0	51,9
Эффективность системы управления отходами	<i>эффективная</i>	<i>эффективная</i>	<i>эффективная</i>	<i>эффективная</i>
<i>Разделение отходов в источнике образования</i>				
Количество извлекаемых неорганических отходов к общему количеству отходов (%)	1,2	0,2	0,9	3,1
Эффективность системы управления отходами	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>
<i>Обращение с органическими отходами</i>				
Количество используемых органических отходов к общему количеству отходов (%)	1,4	0,0	1,9	2,8
Эффективность системы управления отходами	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>
<i>Система сбора</i>				
Охват сбора отходов (%)	100	85	80	100
Эффективность системы управления отходами	<i>эффективная</i>	<i>эффективная</i>	<i>эффективная</i>	<i>эффективная</i>
<i>Окончательное удаление отходов</i>				
Отходы, направляемые на полигоны (% от общего объема образования)	97,37	99,72	97,21	94,07
Эффективность системы управления отходами	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>	<i>неэффективная</i>

На основании данных, представленных в табл. 2, была проведена сравнительная оценка управления сферой обращения с муниципальными отходами по четырем регионам. В первую очередь было отмечено, что во всех четырех регионах, за исключением региона Коста, количество образованных отходов на душу населения равняется 0,7 кг на человека в день, что соответствует среднему количеству образованных отходов для стран

Латинской Америки и Карибского бассейна. Этот показатель служит основой для планирования службы сбора отходов и напрямую связан с социально-экономическим статусом населения, городской инфраструктурой, охватом и качеством обслуживания.

По данным экономико-финансовых показателей отмечается, что расходы на управление системой обращения с отходами намного выше доходов от субсидий, выделяемых муниципалитетами, и достигает 77 % в прибрежном регионе. Соотношение доходов и расходов должно быть таким, чтобы процент выделяемых субсидий был равен нулю. Это означает, что пользователи службы должны взять на себя 100 % расходов по управлению. По данным табл. 2 видно, что для возмещения 100 % расходов каждый пользователь должен заплатить минимум 1,20 долл. США в прибрежной зоне и максимум 5,81 долл. США в островном регионе. Таким образом, в соответствии с методикой CEPIS критерий, показывающий долю субсидий в общем бюджете во всех регионах, за исключением Сьерры, характеризует систему управления отходами как неэффективную.

Согласно параметрам CEPIS, стоимость обработки тонны собранных отходов составляет не более 40 долл. США, что подтверждает эффективное управление и рациональное использование ресурсов. Этот показатель напрямую связан с общими затратами на количество собранных и обработанных отходов. Для четырех рассмотренных регионов стоимость обработки за тонну установлена между 42,60 и 99,64 долл. США, что является недопустимым.

При анализе операционно-технических индикаторов учитывался охват уборки общественных мест. Данный показатель дает представление о качестве работы персонала, грамотном планировании и организации уборки установленных маршрутов. Во всех четырех регионах значение покрытия данной услуги превышает 51,9 %, а это значит, что данный показатель является приемлемым.

Показатель «охват сбора отходов» позволяет оценить процент от общей численности населения, который охвачен услугой сбора, по нему можно определить, насколько хорошо выполнено планирование для осуществления услуги и обеспечен доступ к местам обслуживания (придомовым территориям). В то же время величина показателя позволяет оценить производительность работников, а также оптимальное использование транспортных средств [11]. Значения охвата во всех регионах показывают, что или большая часть (в регионах Коста и Амазония), или все образуемые отходы (в регионах Сьерра и в Островной части) подвергаются сбору от населения.

Показатель использования как органических, так и неорганических отходов в рассматриваемых регионах имеет низкое значение, что отчасти связано с отсутствием у муниципалитетов системы раздельного сбора отходов. Согласно данным отчета Национального института статистики и переписи, только 37,1 % муниципальных органов власти Эквадора организуют разделение отходов в источнике их образования. По величине использования неорганических и органических отходов в разных регионах максимальные значения показателя достигают 3,1 % и 2,8 % соответственно и считаются неэффективными показателями. В связи с этим необходимо провести анализ процесса утилизации раздельно собранных отходов, учитывающий не только экономическую выгоду от их использования, но и социальную и экологическую.

Согласно информации Национального института статистики (INEC – Instituto Nacional de Estadística y Censos), 45,7 % отходов, собираемых муниципалитетами, вывозятся на полигоны, обустроенные в соответствии с нормативными требованиями; 28,8 % – направляются на объекты временного размещения отходов (не более 2 лет) и 25,5 % – на свалки, не отвечающие экологическим требованиям. Размещение более 90 % отходов на полигонах и свалках увеличивает затраты на захоронение и минимизирует время использования объектов размещения. Благодаря увеличению количества отходов, подвергающихся утилизации, возможно продление срока эксплуатации объектов временного размещения отходов и полигонов, обустроенных в соответствии с нормативными требованиями при одновременном снижении затрат на окончательное удаление отходов, что значительно снижает затраты на управление в целом [10].

Делая выводы по результатам оценки системы комплексного управления муниципальными отходами на основе экономико-финансовых и операционно-технических индикаторов, можно сказать, что в рассмотренных регионах Эквадора только такие составляющие системы управления, как образование отходов на душу населения, отношение дохода к общей стоимости услуги сбора, процент улиц, охватываемых услугой сбора, охват сбора отходов, являются эффективными. Остальные составляющие системы являются неэффективными, и их значения ниже среднего по сравнению с показателями, установленными для стран Латинской Америки и стран Карибского бассейна. Для улучшения сферы обращения с отходами в Эквадоре необходимо сосредоточиться на тех компонентах системы, которые характеризуются как неэффективные.

Таким образом, использование индикаторов в качестве инструмента оценки эффективности управления системы обращения с отходами будет

способствовать разработке планов по совершенствованию системы сбора и удаления отходов.

С учетом текущего состояния сферы управления муниципальными отходами в Эквадоре даны следующие рекомендации по ее улучшению: повысить уровень осведомленности граждан о проблеме отходов посредством экологического образования и просвещения; уделить большее внимание развитию раздельного сбора отходов с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду и возможности повторного использования полезных компонентов; наладить кооперацию между муниципалитетами и гражданами для возможности более эффективной работы механизма по управлению отходами.

Библиографический список

1. What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050 / Kaza Silpa, Yao Lisa C., Bhada-Tata Perinaz, Van Woerden Frank // *Urban Development*. Washington, DC. World Bank, 2018. – 272 p.
2. Bogner J., Pipatti R., Hashimoto S., Diaz C., Mareckova K., Diaz L., Kjeldsen P., Monni S., Faaij A., Gao Q., Zhang T., Ahmed M.A., Sutarnihardja R.T., Gregory R. Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). – 2008. – Vol. 26, iss. 1. – P. 11–32. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18338699> (accessed 1 February 2020).
3. Витковская С.Е. Твердые бытовые отходы: антропогенное звено биологического круговорота. – СПб.: АФИ, 2012. – 132 с.
4. Escalona Guerra Elieser Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste // *Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia*. – 2014. – Vol. 52, iss. 2. – P. 270–277. – URL: https://www.researchgate.net/publication/317518318_Danos_a_la_salud_por_mala_disposicion_de_residuales_solidos_y_liquidos_en_Dili_Timor_Leste (accessed 1 February 2020).
5. World Bank Climate Change Knowledge Portal. – URL: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/ecuador/climate-data-historical> (accessed 5 February 2020).
6. Información 2017-GAD. – URL: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-2017-gad/> (accessed 5 February 2020).
7. Ecuador – urbanization 2008–2018 // *Statista*. – URL: <https://www.statista.com/statistics/455817/urbanization-in-ecuador/> (accessed 7 February 2020).
8. Pedro Conceição Human Development Report 2019. Inequalities in Human Development in the 21st Century. Briefing note for countries on the 2019 Human Development Report. – Ecuador, 2019. – 10 p. – URL: http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr_theme/country-notes/ECU.pdf (accessed 10 February 2020).
9. Environmental Performance Index. – URL: <https://epi.envirocenter.yale.edu/epi-country-report/ECU> (accessed 1 February 2020).
10. Instituto Nacional de Estadística y Censos – Ecuador: Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autonomos Descentralizados Municipales / Estadística GAD Municipales, 2017, 26 p. – URL: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Residuos_solidos_2017/PRESENTACION_RESIDUOS_2017.pdf (accessed 12 February 2020).
11. Fernando A. Paraguassú De Sá, Carmen Rosío Rojas Rodríguez Indicadores para el gerenciamento del servicio de limpieza publica / Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002. – 71 p. – URL: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14762467/indicadores-para-el-gerenciamiento-del-servicio-de-limpieza-publica> (accessed 20 February 2020).

References

1. Kaza Silpa, Yao Lisa C., Bhada-Tata Perinaz, Van Woerden Frank What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. Urban Development. Washington, DC. World Bank, 2018, 272 p.
2. Bogner J., Pipatti R., Hashimoto S., Diaz C., Mareckova K., Diaz L., Kjeldsen P., Monni S., Faaiz A., Gao Q., Zhang T., Ahmed M.A., Sutamihardja R.T., Gregory R. Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2008, vol. 26, iss. 1, pp. 11-32, available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18338699> (accessed 1 February 2020).
3. Vitkovskaya S. E. Tverdye bytovye othody: antropogennoe zveno biologicheskogo krugovorota [Municipal solid waste: Anthropogenic link of the biological cycle] Saint Petersburg, The Agrophysical Research Institute, 2012, 132 p.
4. Escalona Guerra Elieser Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia, 2014, vol. 52, iss.2, pp. 270-277, available at: https://www.researchgate.net/publication/317518318_Danos_a_la_salud_por_mala_disposicion_de_residuales_solidos_y_liquidos_en_Dili_Timor_Leste (accessed 1 February 2020).
5. World Bank Climate Change Knowledge Portal, available at: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/ecuador/climate-data-historical> (accessed 5 February 2020).
6. Información 2017-GAD, available at: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-2017-gad/> (accessed 5 February 2020).
7. Ecuador – urbanization 2008-2018 | Statista, available at: <https://www.statista.com/statistics/455817/urbanization-in-ecuador/> (accessed 7 February 2020).
8. Pedro Conceição Human Development Report 2019. Inequalities in Human Development in the 21st Century. Briefing note for countries on the 2019 Human Development Report: Ecuador, 2019, 10 p. available at: http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr_theme/country-notes/ECU.pdf (accessed 10 February 2020).
9. Environmental Performance Index, available at: <https://epi.envirocenter.yale.edu/epi-country-report/ECU> (accessed 1 February 2020).
10. Instituto Nacional de Estadística y Censos – Ecuador: Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Estadística GAD Municipales, 2017, 26 p., available at: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Residuos_solidos_2017/PRESENTACION_RESIDUOS_2017.pdf (accessed 12 February 2020).
11. Fernando A. Paraguassú De Sá, Carmen Rosío Rojas Rodríguez Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002, 71 p., available at: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14762467/indicadores-para-el-gerenciamiento-del-servicio-de-limpieza-publica> (accessed 20 February 2020).

Получено 14.05.2020

E. Primak, E. Pareja, A. Timofeeva

INDICATOR ASSESSMENT OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN ECUADOR

The problem of the annually increasing volume of municipal solid waste is raised, and the need to develop an effective waste management system as an integral part of sustainable development is emphasized.

The structure, main stages and features of municipal solid waste management system in Ecuador are examined. Moreover, main characteristics of waste and disposal methods are discussed.

An indicator assessment of the municipal solid waste management system was proposed. Based on whether an indicator characterizes the integrated management system as effective or ineffective, an objective conclusion can be made on the system performance.

By analyzing the values of the individual components of the waste management system, it is possible to understand which of them need to be improved to achieve the most economically, socially and environmentally sound waste management activities, as well as make the necessary management decisions.

Based on the results of the indicator assessment of the waste management system in Ecuador, basic recommendations were made for the modernization of the system.

Keywords: waste management, integrated waste management system, waste management system assessment indicators, waste management in Ecuador.

Прима́к Екатерина Алексеевна (Санкт-Петербург, Россия) – канд. геогр. наук, доцент кафедры прикладной и системной экологии, Российский государственный гидрометеорологический университет (192007, Санкт-Петербург, Рижский пр., 11, e-mail: ekaterinaprimak@yandex.ru).

Паре́ха Эрик (Санкт-Петербург, Россия) – магистрант кафедры прикладной и системной экологии, Российский государственный гидрометеорологический университет (192007, Санкт-Петербург, Рижский пр., 11, e-mail: erik_pareja@hotmail.com).

Тимофе́ева Анна Ильясовна (Санкт-Петербург, Россия) – магистрант кафедры прикладной и системной экологии, Российский государственный гидрометеорологический университет (192007, Санкт-Петербург, Рижский пр., 11, e-mail: smail.annya@mail.ru).

Ekaterina Primak (Saint-Petersburg, Russian Federation) – Ph.D. in Geographic Sciences, Associate Professor, Department of Applied and Systemic Ecology, Russian Hydrometeorological University (192007, St. Petersburg, Rizhsky av., 11, e-mail: ekaterinaprimak@yandex.ru).

Erik Pareja (Saint-Petersburg, Russian Federation) – Master's Degree student, Department of Applied and Systemic Ecology, Russian Hydrometeorological University (192007, St. Petersburg, Rizhsky av., 11, e-mail: erik_pareja@hotmail.com).

Anna Timofeeva (Saint-Petersburg, Russian Federation) – Master's Degree student, Department of Applied and Systemic Ecology, Russian Hydrometeorological University (192007, St. Petersburg, Rizhsky av., 11, e-mail: smail.annya@mail.ru).