

Исламгулова А.Ф.,
Жумабекова Р.,
Косолапова М.В., Скакова О.Н.

Мониторинг полигонов твердых бытовых отходов и буферных зон на основе данных дистанционного зондирования Земли

Islamgulova A.F.,
Zhumabekova R.,
Kosolapova M.V., Skakova O.N.

Monitoring of solid waste polygons and the buffer zone based on remote sensing data

Исламгулова А.Ф.,
Жумабекова Р.,
Косолапова М.В., Скакова О.Н.

Жерді арақашықтықтан зерттеу мәліметтері негізінде қатты тұрмыстық қалдықтар полигондары мен буферлі аймақты бақылау

Реализация Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» [1] предусматривает меры по модернизации системы управления твердыми бытовыми отходами (ТБО). Специфика географического положения республики, размещения гражданских и промышленных объектов такова, что система управления ТБО не может быть в полной мере решена без использования орбитальных космических средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и развития научной базы космических исследований. В рамках проекта «Создать геоинформационную систему космического мониторинга полигонов твердых бытовых отходов на базе усовершенствованных технологий тематической обработки спутниковой информации», республиканской бюджетной программы 076 АО «НЦКИТ» разработана технология мониторинга организованных полигонов ТБО. Основана технология на данных ДЗЗ, которая заключается в вычислении изменений: площади полигона ТБО и соответствие фактических границ полигона разрешительной документации, площади отходов на полигоне, а также выявление изменений в буферной зоне полигона. Для тестирования данной технологии было выбрано 6 официальных полигонов ТБО, отличающихся по типу, площади и условиям ландшафтного размещения.

Ключевые слова: полигоны твердых бытовых отходов, мониторинг, данные дистанционного зондирования.

Implementation of the Concept of transition of the Republic of Kazakhstan to the “green economy” [1] includes measures to modernize the municipal solid waste management system. Specificity of the Republic geographical position, peculiarities of civil and industrial objects placement makes it difficult to manage the solid waste system without the use of remote sensing and the development of the scientific basis for Space Research is actual. The technology of monitoring has been developed for legal polygons under the project “Create geographic information system of space monitoring on the basis of advanced thematic processing of satellite information technologies of solid waste polygons, the Republican budget program 076 of “NCSRT”. Technology is based on the data of remote sensing (RS) and presumes the calculate of following parameters changes: area of the solid waste polygon and its compliance with the legal boundaries of the polygons regulated by permits, waste areas within selected polygon, identification of changes in the buffer zone of the polygons. To test this technology six official solid waste polygons differing by according to the type, area and landscape conditions of accommodation were selected.

Key words: Solid waste polygons, monitoring, remote sensing data.

Қазақстан Республикасының «жасыл экономикаға» [1] көшу Тұжырымдамасын іске асыру, қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) басқару жүйесін жаңартуды қарастырады. Республикамыздың географиялық орналасу ерекшелігі, азаматтық және өнеркәсіптік нысандарды орналастыру ҚТҚ басқару жүйесін толық шешуге мүмкіндік бермей, Жерді арақашықтықтан зерделеу (ЖАЗ) орбиталық ғарыш құралдары мен ғарыштық зерттеулер ғылыми базасын дамытуды талап етеді. 076 республикалық бюджеттік ҰҒЗТО АҚ-ның «Жер серіктік ақпараттарын тақырыптық өңдеудің жетілдірілген технологиясы негізінде қатты тұрмыстық қалдықтар полигондары ғарыштық мониторингісінің геоақпараттық жүйесін құру» атты бағдарламасы негізінде ҚТҚ полигондарын бақылау технологиясын ұйымдастырды. Технология ЖАЗ мәліметтері негізінде жасалған және өзгерістер есептелген: ҚТҚ полигон ауданы мен құжаттар бойынша ауданының сәйкестігі, полигондағы қалдықтар көлемі, сонымен қатар, полигонның буферлік аймағындағы өзгерістер анықталған. Осы технологияны тестілеу үшін түрі, ауданы және ландшафттық орналасу жағдайы әртүрлі 6 ресми ҚТҚ полигондары таңдап алынды.

Түйін сөздер: қатты тұрмыстық қалдықтар полигондары, бақылау, арақашықтықтан зерделеу мәліметтері.

**МОНИТОРИНГ
ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ
БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
И БУФЕРНЫХ ЗОН
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ**

Введение

Получение объективной информации по организации и динамике полигонов твердых бытовых отходов, а также мониторингу процессов, происходящих в буферной зоне, является крайне актуальным. Это связано с тем, что количество образующихся бытовых отходов постоянно увеличивается, а полигоны, как правило, размещены вблизи населенных пунктов на свободных территориях с сохранившимся почвенным покровом, способным обеспечивать продуктивность зеленой биомассы и исполнять роль санитарно-гигиенического и сорбционно-геохимического барьера.

Согласно данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан [2] в 2015 году на официальные полигоны ТБО поступило 31,5 млн. тонн отходов, при этом на переработку и утилизацию идет 16,63%. Всего на территории страны действуют 328 предприятий по сбору и вывозу ТБО. Таким образом, 83,3 % ТБО без переработки и извлечения ценных вторичных ресурсов вывозится на неконтролируемые свалки и официальные полигоны, многие из которых не отвечают санитарным требованиям. На фоне возросшего уровня производства (строительных и упаковочных материалов) и потребления прогнозируется рост объемов ТБО более чем на 50% к 2025 году.

Материалы и методы

Основная информация по данной проблеме представлена отчетами экологических организаций, проводивших полевые обследования на полигонах, с привлечением средств лабораторного анализа, по заданию муниципальных и региональных органов власти. Наземный контроль связан с огромными финансовыми, временными, человеческими затратами, а зачастую просто невозможен. Но даже добросовестное обследование территории отдельных выборочных полигонов, не даёт представления о проблеме размещения отходов на региональном и государственном уровне. Таким образом, нет общей информационной картины во времени и в пространстве, которая бы

позволила разработать, исходя из реальной ситуации, полный комплекс мероприятий по очистке, рекультивации, профилактике возникновения несанкционированных свалок и контроле официальных полигонов ТБО.

Данные дистанционного зондирования Земли из космоса позволяют получить полную, актуальную, оперативную картину проблемы. Опираясь на современные компьютерные технологии, в частности на средства обработки данных ДЗЗ и геоинформационные системы (ГИС), мы разработали наиболее эффективную методику мониторинга полигонов/свалок в условиях Казахстана.

Результаты и обсуждения

Рассмотренные полигоны (рисунок 1) подразделяются на три типа: рекультивируемые, имеющие постоянные границы с ограждением территории; рекультивируемые, но не имеющие полного ограждения по фактической границе, с выходом отходов за ее пределы; нереккультивируемые. По площади полигоны отнесены к классам: крупные (площадь полигона превышает 16 га) и средние (от 4-16 га). По условиям ландшафтного размещения полигоны подразделяются на 2 класса: расположенные на равнине и в овраге.

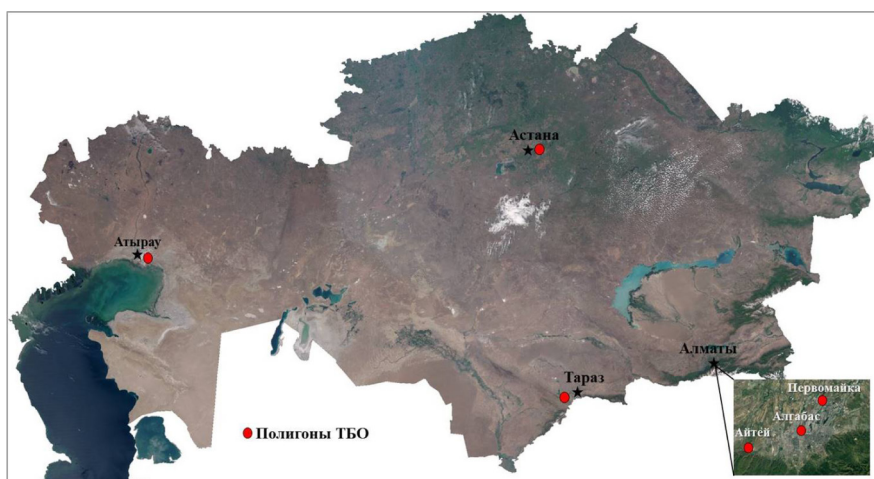


Рисунок 1 – Тестовые полигоны ТБО

Отрицательное влияние полигонов ТБО на окружающую среду можно разделить на несколько типов, куда входят зоны (территории) с различным видом и степенью воздействия:

Локально-площадной необратимый вид воздействия. Воздействие связано с глубокими изменениями всей ландшафтной структуры, как вертикальной, так и горизонтальной. Площадь воздействия различная – от 3 га до 86 га полного уничтожения естественной растительности. К этому виду воздействия относятся: тело полигона, селитебные объекты, населенные пункты.

Линейно-локальный необратимый вид воздействия, характеризующийся полным уничтожением растительного покрова по подъездным путям (грунтовые или гравийные дороги), запылением и химическим загрязнением растений вдоль дорог. Наиболее сильно выражен вблизи полигонов в санитарно-защитной зоне (далее

СЗЗ) и зоне влияния (далее ЗВ) полигона из-за сгущения дорог.

Площадной вид воздействия, характерен для СЗЗ и ЗВ полигона. Воздействия на почвенно-растительный покров вызывают негативные изменения видового состава и структуры сообществ. Изменения происходят поэтапно, в зависимости от вида (распашка, выпас) и степени воздействия. На некоторых участках отмечено полное уничтожение естественной растительности или она имеет вторичный характер. Другая неотъемлемая черта - это загрязнение территорий мусором.

На основе данных дистанционного зондирования среднего (Landsat) и изображений высокого (Google Earth) пространственного разрешения вычислены площади границ полигонов и размещенных на них отходов, определена их динамика за 11 лет (2006-2016гг.), которая имеет

отображение в виде графиков и картограмм (рисунок 2). При изучении динамики изменения площадей полигонов ТБО была использована методика экспертного дешифрирования по визуально-распознаваемым признакам. К этим признакам следует отнести [3,4]: наличие подъездных путей (грунтовой или гравийной дороги); поверхностям свалок, по сравнению с фоновыми характеристиками подстилающей поверхности, зачастую присущи значительно более светлые тона (от темно-серого до ярко белых); свалки и полигоны ТБО характеризуются мелкозернистой текстурой, образующейся за счет неровностей поверхности, слагаемой различными предметами; веерообразная форма, которая создается при разравнивании куч; наличие ограждения; канавы по периметру свалки; контрольно-пропускной пункт на въезде.

Точность распознавания объектов ТБО зависит от качества и пространственного разрешения используемых снимков. Снимки среднего пространственного разрешения (Landsat)

обеспечивают высокую точность распознавания от 98 до 87% крупных и средних полигонов ТБО, которые, в основном, относятся к официальным полигонам. При этом зачастую затруднительно дешифровать площади нерекультивированного мусора и различных объектов, расположенных в буферной зоне. Наибольшую точность дешифрирования спутниковых данных обеспечивают снимки высокого разрешения WorldView-2, QuickBird, Ikonos, KazEOSat-1 и т.д., но в связи с тем, что эти спутниковые данные являются коммерческими, использование их ограничено бюджетом проекта. К изображениям высокого разрешения относится клиентская программа Google Earth, которая находится в общем доступе, также как и Landsat, и содержит архивные изображения, являющиеся необходимыми для мониторинга площадей объектов ТБО. Следует отметить, что невозможно получить единовременное полное покрытие территории Казахстана снимками Landsat и изображениями Google Earth.

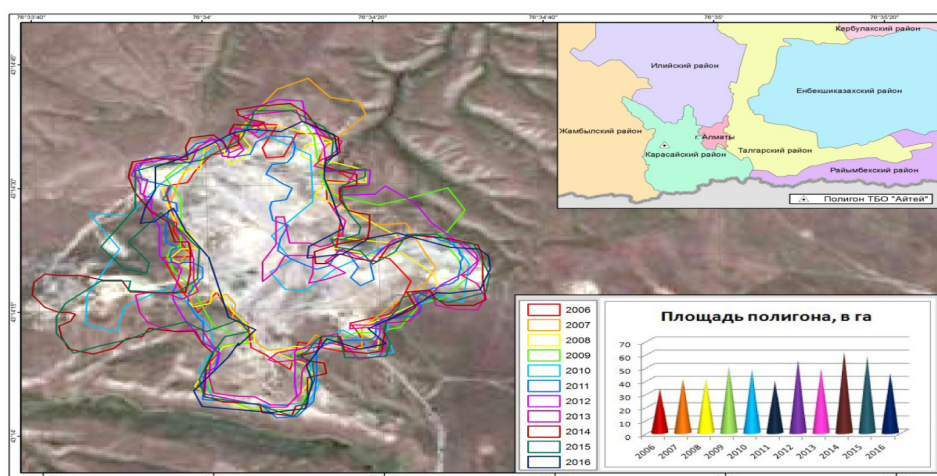


Рисунок 2 – Карта-схема динамики площади полигона ТБО «Айтей»

Для оценки влияния полигонов ТБО на окружающую среду были выявлены изменения в буферной зоне. Буферная зона полигонов ТБО представляет собой совокупность СЗЗ и ЗВ полигона на окружающую среду. По данным санитарных правил РК [5] расстояние СЗЗ полигона до населенных пунктов и открытых водоемов, а также объектов, которые используют в рекреационных целях, составляет не менее 1000 м. Расстояние СЗЗ для рекультивируемого карьера составляет не менее 100 м от ближайшей жилой

застройкой. Размеры ЗВ полигона ТБО находятся в прямой зависимости от размера полигона/свалки [6]. Так, ЗВ полигона превышающего 16 га оценивается в 1500 м, от 4 – 16 га – 900 м, не превышающего 4 га – 600 м.

Таким образом, радиус буферной зоны полигонов ТБО «Алгабас» и «Первомайка» составляет 1000 м, полигонов ТБО «Айтей», г. Астана, г. Атырау и г. Тараз – 1500 м.

Дешифрирование изменений в буферной зоне, в том числе и растительного покрова,

осуществлялось с помощью картирования буферной зоны и создания векторного слоя для каждого класса (агросистемы, населенные

пункты, селитебные объекты, дороги, искусственные и естественные водоемы) в ПО ArcGIS (рисунок 3).

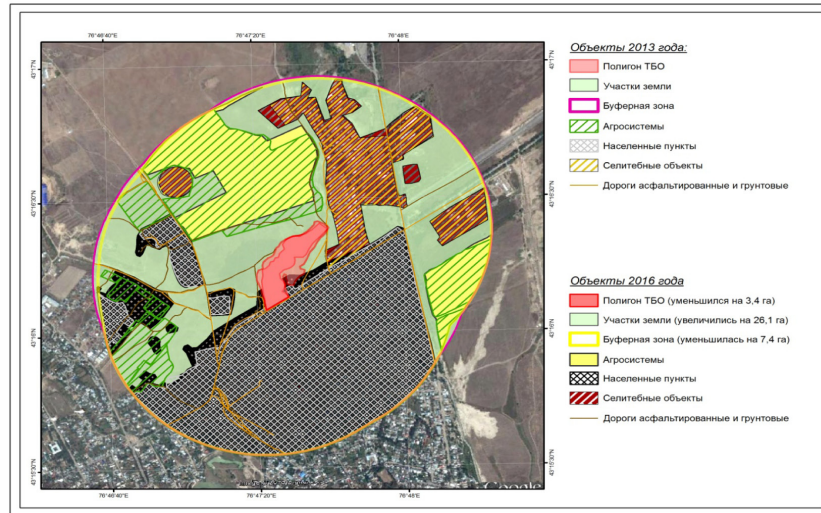


Рисунок 3 – Карта-схема буферной зоны полигона ТБО «Алгабас»

Таблица 1 – Классификация полигонов ТБО по степени опасности для окружающей среды

Признаки	Условия	балл	Условия	балл	Условия	балл
Площадь полигона (га)	не превышает 4 га*	1	от 4–16 га**	2	превышает 16 га***	3
Расстояние до населенных пунктов, естественных водоемов, водотоков, лесных массивов (м)	*менее 600	3	**менее 1000	3	***менее 1500/100 ^p	3
	*более 600	0	**более 1000	0	***более 1500/100 ^p	0
Размещение в буферной зоне сельскохозяйственных полей (%)	до 1% территории	0	до 30% территории	1	более 30% территории	2
Размещение в буферной зоне земли с естественной растительностью (%)	более 30% территории	0	от 11- 30% территории	2	менее 10% территории	3
Ландшафтные условия размещения полигона	карьер или овраг	0	равнина	1	равнина	1
Протяженность подъездных дорог (км)	5 и менее	0	от 6-12	1	более 12	2
<p>* мелкие полигоны (до 4га); ** средние полигоны (от 4-16га); *** крупные полигоны (площадь полигона превышает 16га) ^p - Размер СЗЗ для рекультивируемого полигона, имеющего постоянные границы с ограждением территории, составляет 100 м от ближайшей жилой застройки; В случаях выявления процесса горения добавляется 3 балла; Наличие мусороперерабатывающего завода вычитается 3 балла; Если в СЗЗ объекта ТБО попадают более одного объекта (населенные пункты, естественные водоемы, водотоки, лесные массивы), то за каждый объект добавляется 3 балла.</p>						
Категории опасности полигонов				Баллы		
Относительно безопасные				до 5 баллов		
Потенциально опасные				6-10 баллов		
Опасные				более 10 баллов		

Экспертное дешифрирование осуществлялось по снимкам высокого разрешения за трех-четырёхлетний период. Результирующий шейп-файл имеет геопривязку и отражает данные о площадных соотношениях между территориями с различной антропогенной нагрузкой. Эти данные являются комплексом признаков, лежащих в основе разработанной нами классификации ТБО по степени опасности для окружающей среды (таблица 1). Каждому признаку соответствует определенное количество баллов, совокупность которых определяет класс опасности.

Расчеты вычисленных площадей показали следующую динамику:

Полигон ТБО «Айтей» – эксплуатируется с 1989 года, территориально размещен в Карасайском районе Алматинской области, в 1224 м западнее поселка Айтей. Полигон относится к нерекультивируемому. В 2006 году его площадь составляла 33,59 га, в 2016 году – 45,46 га. За 11 лет его площадь увеличилась на 35,3%. Относится к классу «потенциальной опасности».

Полигон ТБО «Алгабас» – территориально размещен в Карасайском районе Алматинской области, в селе Алгабас. Полигон относится к рекультивируемому, но не имеющий полного ограждения по фактической границе. В 2006 году его площадь составляла 9,22 га, в 2016 году – 7,39 га. За 11 лет его площадь уменьшилась на 19,8%. Относится к классу «опасные».

Полигон ТБО «Первомайка» – территориально размещен в Илийском районе (Алматинская область) в поселке Первомайский. Полигон эксплуатируется с 2007 года, относится к рекультивируемому, но не имеет полного ограждения по фактической границе. В 2007 году его площадь составляла 2,64 га, в 2016 году – 8,45 га, т.е. площадь его увеличилась на 220%. Относится к классу «опасные».

Полигон ТБО г. Астана, расположен в 1896 м от города. Полигон эксплуатируется с 1972 года. Полигон относится к рекультивируемому, имеет постоянные границы с полным ограждением территории. Общая площадь полигона, по данным 2007-2016 года, – 85,51 га. В 2006 году площадь отходов составляла 24,18 га, в 2016 году – 13,63 га. По сравнению с 2006 годом площадь отходов уменьшилась на 43,6 %. Относится к классу «относительно безопасных» полигонов.

Полигон ТБО города Тараз – территориально размещен в Жамбылском районе Жамбылской области. Полигон относится к рекультивируемому, имеет постоянные границы с полным ограждением территории, общая площадь полигона, по данным 2008-2016 года, – 32,04 га. Общая площадь отходов в 2008 году составляла 9,22 га, в 2016 году – 20,85 га. По сравнению с 2008 годом площадь отходов увеличилась на 126 %. Относится к классу «потенциальной опасности».

Полигон ТБО города Атырау – территориально размещен в Махамбетском районе Атырауской области. Полигон относится к рекультивируемому, имеет постоянные границы с полным ограждением территории, общая площадь полигона, по данным 2006-2016 года, – 24,87 га. Общая площадь отходов в 2006 году составляла 11,59 га, в 2016 году – 2,74 га. За 11 лет площадь отходов уменьшилась на 76 %. Относится к классу «потенциальной опасности».

Уменьшение площади отходов происходит за счет рекультивации, но не на всех полигонах изоляция уплотненного слоя ТБО грунтом осуществляется в полной мере.

Признаки и соответствующие им баллы определяющие класс опасности подробно приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Определение класса опасности полигонов ТБО

Название полигона ТБО	Площадь полигона (га/б*)	Расстояние до населенных пунктов, естественных водоемов, водотоков (м/б*)	Размещение в БЗ сел/хоз полей (%/б*)	Размещение в БЗ земли с естественной растительностью (%/б*)	Ландшафтные условия размещения полигона	Протяженность подъездных дорог (км/б*)	Класс опасности
Астана	85,51 / 36	нет / 0б	нет / 0б	29 % / 2б	Равнина / 1б	21 / 2б	Относительно безопасный 8б - 3б**= 5б

Продолжение таблицы 2

Айтей	58,3 / 36	нет / 0б	9,6 % / 16	84,9 % / 0б	Овраг / 0б	16 / 26	Потенциально опасный 6б
Атырау	24,87 / 36	нет / 0б	0,5 % / 0б	76,6 % / 0б	Равнина / 16	17 / 26	Потенциально опасный 6б
Тараз	32,04 / 36	нет / 0б	29 % / 16	51 % / 0б	Равнина / 16	18,6 / 26	Потенциально опасный 7б
Алгабас	7,46 / 26	на окраине с. Алгабас, р. Каргалинка – 226 / 3+3б	13,8 % / 16	32,9 % / 0б	Равнина / 16	15,5 / 26	Опасный 12б
Первомайка	8,22 / 26	в черте г. Алматы, р. Левый Есентай в С33 / 3+3б	21 % / 16	43 % / 0б	Равнина / 16	11 / 16	Опасный 11б
б* - Баллы - 3б** - Наличие мусороперерабатывающего завода							

Выводы

Разработанная технология мониторинга территорий полигонов ТБО обеспечивает получение достоверной информации о местоположении, площади и динамике полигонов ТБО. Наличие такой информации позволит органам государственной и исполнительной власти, осуществляющим регулирование в области обращения с отходами, проводить постоянный контроль и целенаправленное воздействие на процесс обращения с отходами для обеспечения требуемого уровня экологической безопасности и максимального вовлечения отходов в хозяйственный оборот.

Данная технология описывает этапы детектирования и мониторинга полигонов и нелегаль-

ных свалок, а также включает в себя методику дешифрирования изменений растительного покрова, ландшафта и инфраструктуры в буферной зоне полигонов ТБО. По результатам полученных данных создана серия карт официальных полигонов ТБО по годам, с включением данных о площадях, изменений в буферной зоне, включающие данные о численности и площади ближайших населенных пунктов и водных объектов. При создании технологии были разработаны критерии классификации полигонов ТБО на основе ДДЗ по степени опасности для окружающей среды. Данная технология позволяет получить полную и оперативную информацию, и при этом минимизировать финансовые, временные и трудовые затраты.

Литература

- 1 Постановление Правительства Республики Казахстан «Об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» на 2013 - 2020 годы», 31 июля 2013 г, №750.
- 2 http://stat.gov.kz/faces/NavAbout/aboutAboutRegions?_adf.ctrlstate=10mxjfg7wt_81&_afzLoop=3630390634396788
- 3 Аристов, М. Мониторинг полигонов ТБО и обнаружение стихийных мусоросвалок по данным космической съемки - Inter-netGEO. – 2009. – №2. – С. 34–41.
- 4 Липилин Д.А. Распределение и динамика объектов размещения ТБО на территории Краснодарского края // Диссертация на соискание ученой степени канд. геогр. наук. - Краснодар, 2014. – С. 58-59.

5 Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 176, зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 5 мая 2015 года № 10936 Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к сбору, использованию, применению, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению отходов производства и потребления». Пункт 92, 127.

6 Жакупаева С.Т., Абилхадирова Р.И., Серикбаев Н.С. // Повышение уровня экологической безопасности полигонов твердых бытовых отходов в Республике Казахстан – 2013. – №6. – С. 257-260.

References

1 Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan «Ob utverzhenii Plana meroprijatij po realizacii Konceptii po perehodu Respubliki Kazahstan k «zelenoj jekonomike» na 2013 - 2020 gody», 31 ijulja 2013 g, №750.

2 http://stat.gov.kz/faces/NavAbout/aboutAboutRegions?_adf.ctrlstate=10mxjfg7wt_81&_afirLoop=3630390634396788

3 Aristov, M. Monitoring poligonov TBO i obnaruzhenie stihijnyh musorosvalok po dannym kosmicheskoj s#emki - InternetGEO. – 2009. – №2. – С. 34–41.

4 Lipilin D.A. Raspredelenie i dinamika ob#ektov razmeshhenija TBO na territorii krasnodarskogo kraja // Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kand. geogr. nauk. - Krasnodar, 2014. – S. 58-59.

5 Prikaz Ministra nacional'noj jekonomiki Respubliki Kazahstan ot 28 fevralja 2015 goda № 176, zaregistrovan v Ministerstve justicii Respubliki Kazahstan 5 maja 2015 goda № 10936 Ob utverzhenii Sanitarnyh pravil «Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovanija k sboru, ispol'zovaniju, primeneniju, obezvezhivaniju, transportirovke, hraneniju i zahoroneniju othodov proizvodstva i potreblenija». Punkt 92, 127.

6 Zhakupaeva S.T., Abilhadirova R.I., Serikbaev N.S. // Povyshenie urovnja jekologicheskoj bezopasnosti poligonov tverdyh bytovyh othodov v Respublike Kazahstan – 2013. – №6. – S. 257-260.