

9. Бурова Н.В. и др. Применение экспертных методов для оценки угроз биологическому разнообразию // Вестник Поморского университета. Сер. Естественные науки.– 2010. – №2. – С.40-48.

10. Постановление Правительства Красноярского края от 02.11.2010 № 531-п "О схеме территориального планирования особо охраняемой природной территории краевого значения - природного парка "Ергаки"// Ведомости высших органов государственной власти Красноярского края. – № 61(432), 07.12.2010.

Сведения об авторах

Ничепорчук Валерий Васильевич, старший научный сотрудник, Институт вычислительного моделирования СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, 660036, Академгородок 50/44, (391)290-74-53, valera@icm.krasn.ru.

Грязин Игорь Валентинович, директор, Природный парк «Ергаки», 662821, Красноярский край, с. Ермаковское, ул. Российская, д. 42. (391-38) 2-13-69, ergakipark@mail.ru

УДК 372.861.4; 373.167.1:614; 502/504; 519.8

ОБЪЕКТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ КАК ИСТОЧНИК ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

Доктор техн. наук М.А. Шахраманьян
НИИ «АЭРОКОСМОС», МГОУ

Кандидат техн. наук А.А. Рихтер
НИИ «АЭРОКОСМОС»

Кандидат биол. наук Е.М. Приорова, В.Г. Масюк
МГОУ

В работе рассмотрена проблема замусоривания окружающей среды, в результате которой возможна чрезвычайная ситуация экологического характера. Приведен обзор проблем, связанных с замусориванием окружающей среды. Рассмотрен основной механизм формирования свалок на воде в открытых и закрытых водах. Представлены примеры общественного поведения людей, в обращении с отходами. Загрязнение окружающей среды отходами жизнедеятельности людей рассматривается, как причина создания чрезвычайных ситуаций экологического характера, примером которой может служить залповый выброс свалочного газа на мусорных полигонах.

Ключевые слова: мусорные свалки, объекты размещения отходов, полигоны ТКО, залповый выброс, загрязнение воды, чрезвычайные ситуации экологического характера, общественное поведение.

WASTE DISPOSAL FACILITIES AS A SOURCE OF ENVIRONMENTAL EMERGENCIES

Dr. (Tech.) M.A. Shahramanyan
ISR "AEROCOSMOS", Moscow Region State University

Ph.D. (Tech) A.A. Richter
ISR "AEROCOSMOS"

Ph.D. (Bio.) E.M. Priorova, V.G. Masyuk
Moscow Region State University

The paper deals with the problem of planetary littering of the environment as an emergency situation of an ecological nature, the most urgent today. Given typical examples of the largest landfills of the planet. The palette of the main global problems associated with environmental pollution is given, and some of its "shades" are considered. The basic mechanisms of landfill formation on water, on land and in space are presented, in particular, linear debris movement and its accumulation (landfill formation) by circular surface currents in open and closed waters, which gives a probabilistic field and risks of landfill formation in the World Ocean in other space-time "points". Presents the main aspects of public morality, culture in relation to waste, its deposition and disposal, the littering of the planet as a whole. Contamination of the environment with human waste is a separate category of environmental emergencies, one of which is the salvo emission of landfill gas at landfill sites, which has its precursors, signs, causes and consequences, stages, mathematical models, etc.

Keywords: landfills, waste disposal facilities, landfills, salvo emissions, water pollution, environmental emergencies, public morality.

Объект размещения отходов (ОРО) (мусорная свалка) – территория размещения отходов производства и потребления. Свалки несут опасность окружающей природной среде (ОПС) и планете в целом. Это бедствие, причинами которого являются: 1) низкий уровень нравственности людей, потребительское отношение к природе, отсутствие экологического воспитания в семьях и школах; 2) несовершенство экологического законодательства и недостаточный контроль его исполнения.

Масштабы образования отходов растут, в связи с этим, увеличиваются размеры прежних полигонов складирования мусора, и возникают новые. Переработка отходов – технологически сложный и дорогостоящий процесс, а для некоторых видов отходов технологий переработки не разработано в настоящее время. Проектирование, эксплуатация и рекультивация полигонов – процесс, требующий значительных финансовых вложений. Отсутствие рекультивации мусорных полигонов, приводит к деградации почвы, загрязнению воды и воздуха; а вследствие этого, гибель растительного и животного мира. Установлена вероятность хронической заболеваемости жителей в окрестностях полигонов ТКО и ПО.

Проблема общественного поведения в сфере обращения с отходами

Данная проблема общепланетарная и свойственна в той или иной мере практически любому государству. Например, крупнейшие свалки планеты, такие как Большое Тихоокеанское мусорное пятно (БТМП), электронный город Аккра, свалки околоземного космического пространства, являются «продуктами» прежде всего развитых стран.

Свалки, образованные в воде, в отличие от свалок, образованных на суше, имеют характерную динамику. Основные механизмы их образования – сброс отходов с судов и вымывание отходов с берегов. В результате дрейфа происходит аккумуляция отходов (образование мусорных «островов» и «пляжей», придонных свалок), их фотодегградация и образование «супа» из пластика (разрушение пластика как основного материала отходов на всё более мелкие частицы с сохранением структуры). По всей видимости, движение мусора аналогично движению других опасных образований на воде, таких как нефтяные плёнки, и поддаётся дистанционному мониторингу (космическому, аэрологическому, с помощью беспилотных летательных аппаратов). Движение отходов происходит в системе ламинарных (открытых) течений Мирового океана, а накопление – под воздействием турбулентных (закрытых) течений. В данных местах имеет место высокая вероятность, риски возникновения «водных» свалок. Т.о. свалки под воздействием круговращений могут формироваться не только в Тихом океане (БТМП), но и других, и не только в открытых, но и закрытых водах (рис. 1). На рис. 1 схематически изображены направления морских течений на примере Чёрного моря. Отмечено два основных цикла (ЗЦ – западный, ВЦ – восточный), несколько локальных циклов, 15 портов и 25 городов (с учётом портовых городов). Речная система представлена реками, озерами, лагунами, проливами, заливами и др. и условно разбита на семь участков, «подключаемых» к основному объекту управления (море). Исходя из схем морских течений, предполагается, что более высокие риски появления свалок имеют место в области основных и локальных циклов, а источниками их возникновения являются прибрежные города и суда с установленными маршрутами движения от одного порта до другого. [1-5]

На рис. 2 показана схема представления общественного поведения в сфере обращения с отходами, на базе которой – действующая экономическая модель. Она основана на формировании общества потребления, для которого характерны определённые поведенческие механизмы, охватывающие всё мировое сообщество и усиливающиеся во времени. Данные механизмы становятся опасными не просто для окружающей среды, но для самого существования биосферы, приводя к тому, что человек постепенно превращается в вирус для планеты Земля.

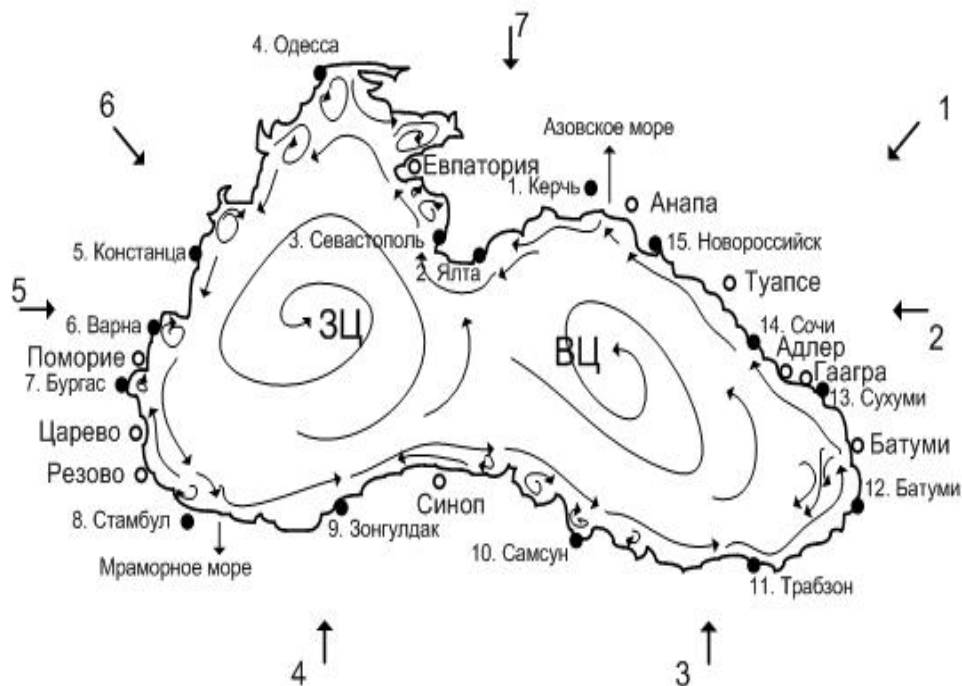


Рис. 1. Схема основных течений на примере Черного моря



Рис. 2. Схема представления общественного поведения в сфере обращения с отходами

Экономическая модель воздействует на общественное сознание, а последнее, в свою очередь – на индивидуальное. При этом сознание наталкивается на определённые неблагоприятные (ограничивающие попытки решать проблему отходов) и благоприятные (сдерживающие проблему отходов) факторы, создаваемые экономической системой.

В нашей стране научно-исследовательскими институтами и научными центрами проведены исследования, и разработаны технологии утилизации радиоактивных отходов [6-8]. Известно, что в России и странах ближнего зарубежья действует большое число могильников радиоактивных отходов от собственного производства, а также возимых из-за рубежа (Сибирский химический комбинат, Западный горно-химический комбинат и т.д.). В системе министерства экологии имеются также научные подразделения, занимающиеся проблемами сбора, размещения, переработки и утилизации бытовых и промышленных отходов.

Механизмы поведения можно условно разделить по масштабу – на транснациональные и общепланетарные, внутригосударственные, региональные, местные и индивидуальные.

Примеры механизмов поведения:

1. Общепланетарный – создание новых технологий и продуктов потребления, в результате чего, на свалке оказывается всё больше вещей, имеющих низкую степень износа;

2. Транснациональный – стремление уменьшить реальный срок службы продукции с целью увеличить прибыль за счёт регулярной покупки аналогов (чем меньше срок службы, тем больше частота покупки и продажи). Например, удельная стоимость современных кранбуксов на рынке строительных материалов снижается, а маржинальная прибыль увеличивается за счёт использования более дешёвых материалов, пластика, в отличие от кранбуксов советского производства, что приводит к их частой замене, большей утечке воды и порче самой водопроводной системы за счёт несовместимости её узлов;

3. Внутригосударственный – например, процессы рекультивации на полигоне ТКО Кучино стартовали в 2017 году только после непосредственного воздействия «сверху», причём для начала каких-либо действий со стороны чиновников в этом направлении необходимо было «достучаться» до самых верхов Правительства. После этого данный полигон приобрёл известность не только в нашей стране, но и за рубежом.

На локальном и индивидуальном уровне поведение «происходит» по своим законам. В местах отдыха обычно часть лесомассивов, прилегающая к водоёмам и рекам, замусорена, что продиктовано с одной стороны отсутствием воспитательной работы поведения людей в местах отдыха (начиная с детства), а с другой стороны, плохой работой служб, предназначенных создавать порядок и комфортные условия в местах отдыха, в том числе размещение необходимых урн для отходов, неизбежно образующихся в процессе отдыха.

Поведение зависит от условий работы. Например, водители вынуждены избавляться от изношенных автопокрышек и другого мусора по пути, по тем же причинам, т.к. на трассах не везде организованы площадки с мусорными баками.

Многие поведенческие механизмы инвариантны на разном уровне, например:

1. Инертность поведения – способность менять своё поведение только под внешним воздействием.
2. Экономическая целесообразность – выгода депонирования отходов с получением прибыли, и выплатой небольшого штрафа по сравнению с соблюдением всех правил по проектированию, эксплуатации или рекультивации ОРО.
3. Эгоцентризм – размещение отходов «за изгородью» своего дачного участка, территории Москвы или Московского региона и т.д.;
4. Внутреннее противоречие – способность находить причины и оправдания тем или иным действиям, по засорению территорий.

Неблагоприятные факторы можно условно разделить на:

1. Технологические. Разработаны, и успешно применяются технологии рециклинга для большинства промышленных отходов. Для бытовых отходов разработаны технологии сортировки, утилизации отходов различными способами. Мусороперерабатывающие и мусоросжигательные заводы давно работают, как за рубежом, так и в нашей стране.

2. Экономические. Потребительский подход к природным ресурсам не позволяет реально взглянуть на экологические проблемы, в частности, проблему замусоривания. Практически все технологии утилизации (рециклинга, захоронения, сжигания) требуют значительных энергетических и финансовых затрат. Наиболее дешевым способом является складирование отходов на полигонах.

3. Когнитивные. Адаптация индивидуального и массового сознания к экологическим «законам» очень сложный и длительный процесс, который в настоящее время встает все острее, и требует безотлагательного решения в связи с деградацией окружающей среды.

Данные факторы являются причиной увеличения размера и количества свалок.

Основным бытовым мусором является упаковка, которая изготавливается, главным образом из практически не разлагаемых материалов (пластик, металл, стекло и др.). Поэтому, в настоящее время, в нашей стране приняты меры по разграничению различных видов мусора при сборе его в контейнеры, с тем, чтобы в дальнейшем это облегчало процессы переработки. Крупнейшие сетевые супермаркеты обязали сдавать различные отходы упаковки в запрессованном виде, по нормативам.

Использование биоразлагаемых упаковочных материалов на рынке упаковки нерентабельно.

Изменение культуры отношения к потреблению и упаковке - это прежде всего нравственная основа.

Прогноз залпового выброса свалочного газа на полигонах ТКО

Замусоривание окружающей среды имеет все компоненты чрезвычайной ситуации (ЧС) – количественные (риски, масштабы последствий, продолжительность, зона и т.д.) и качественные (источник чрезвычайной ситуации, факторы и воздействия источника, меры по предотвращению, ликвидации последствий и т.д.) характеристики, критерии, стадии, классификации, признаки (причины, последствия и признаки чрезвычайного события). В частности, такие ЧС относятся, в основном: по продолжительности – к плавным (ползучим); по преднамеренности – к преднамеренным; по характеру источника – к техногенным; по масштабу – от локальных до планетарных и т.д. Как и над ЧС практически всех видов [12], над процессом замусоривания окружающей среды проводится полноценный космический мониторинг [13-20]. Свалки имеют свойство взаимодействовать со средой и выделять опасные химические вещества, все более расширяя границы своего распространения на суше, в воде, под землей и в космосе. [21-27]

Одним из таких событий является залповый выброс свалочного газа на крупных действующих полигонах ТКО.

В результате анаэробного разложения органических отходов, находящихся в теле мусорных свалок, выделяется свалочный газ, содержащий примерно 50 % CH_4 и 50 % CO_2 . [5]

Обычно данный процесс растянут во времени, но возможен, как показали события на полигоне ТКО Ядрово в городе Волоколамск (Московский регион), залповый выброс свалочного газа с отравлением населения, проживающего вблизи мусорного полигона.

Прогноз времени и объема залпового выброса свалочного газа представляет собой сложную научную проблему, решение которой возможно в результате проведения междисциплинарных научных исследований в области естественных наук (химия, биология, физика и др.) с использованием методов и технологий аэрокосмического мониторинга, наземных обследований и методов математического моделирования.

В настоящее время разработана математическая модель полигонов ТКО, предназначенная для выявления несанкционированного замусоривания окружающей природной среды и контроля правильности эксплуатации существующих полигонов ТКО в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Данная модель может быть доработана по результатам междисциплинарных исследований, комплексного анализа кривых спектральной яркости различных компонент мусорной свалки, теплового поля ее поверхности и других данных дистанционного зондирования, наземных наблюдений и метеорологических данных для решения задач прогнозирования времени и объема выброса свалочного газа.

Залповый выброс на крупных свалках обусловлен, прежде всего, образованием в недрах свалки одновременно многочисленных очагов процессов деградации вещества высокой интенсивности, связанных с повышенной активностью микроорганизмов. Свалка вырабатывает тепло вне зависимости от сезонного периода наблюдений, и температура её поверхности выше температуры окружающей среды. Однако в зимний период эта разница незначительна.

По результатам обработки космических снимков со спутника Landsat 8 TIR установлено, что на действующем полигоне ТКО Ядрово в сравнении с рекультивируемым полигоном ТКО Кучино (рис. 3) наблюдается аномально высокая разница поверхностных температур (рис. 4), что может служить одним из предвестников стихийных выбросов. На рисунке S – площадь покрытия, которой соответствует та или иная поверхностная температура T .

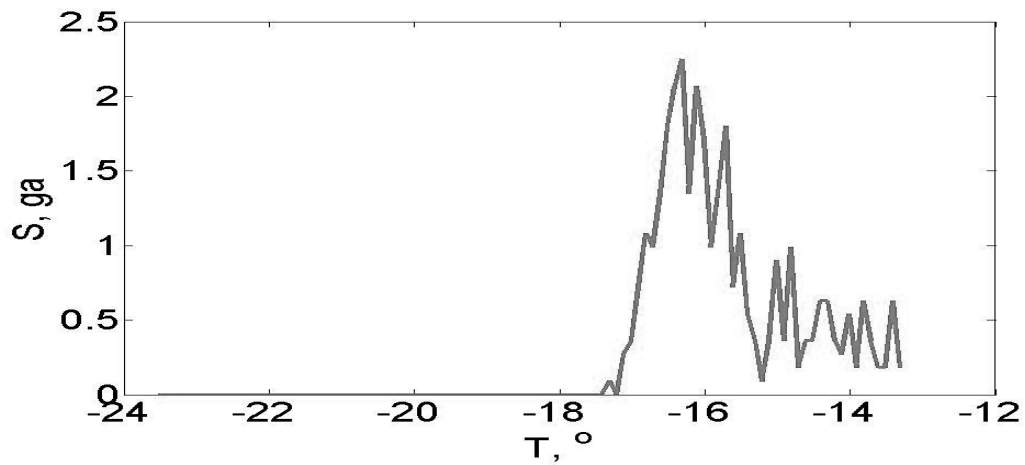


(а)

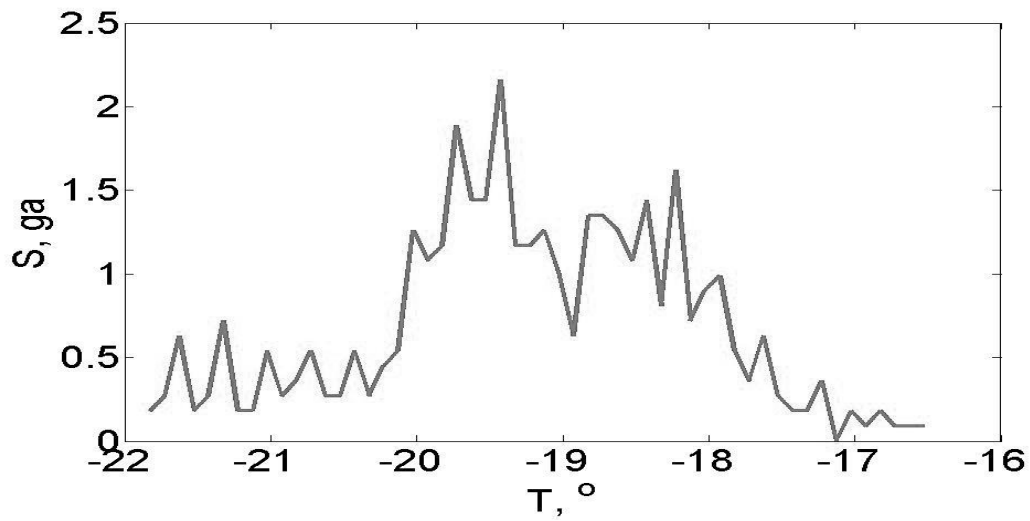


(б)

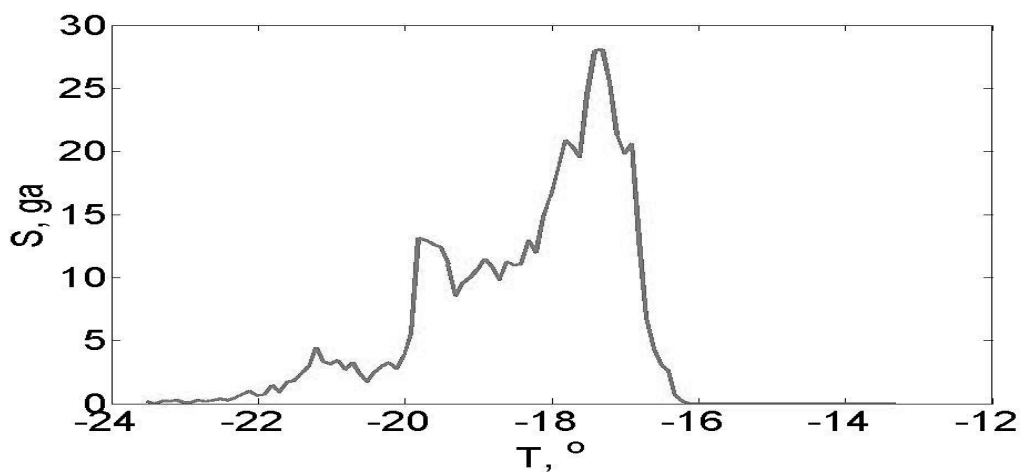
Рис. 3. Полигоны ТКО Ядрово (а) и Кучино (б) на космических изображениях оптического спектра высокого пространственного разрешения (Google Earth)



(a)



(б)



(в)

Рис. 4. Распределение поверхностных температур на полигонах ТКО: Ядрово (а), Кучино (б); температура в окружающей среде (в) (27 февраля 2018 г., Landsat 8 TIR)

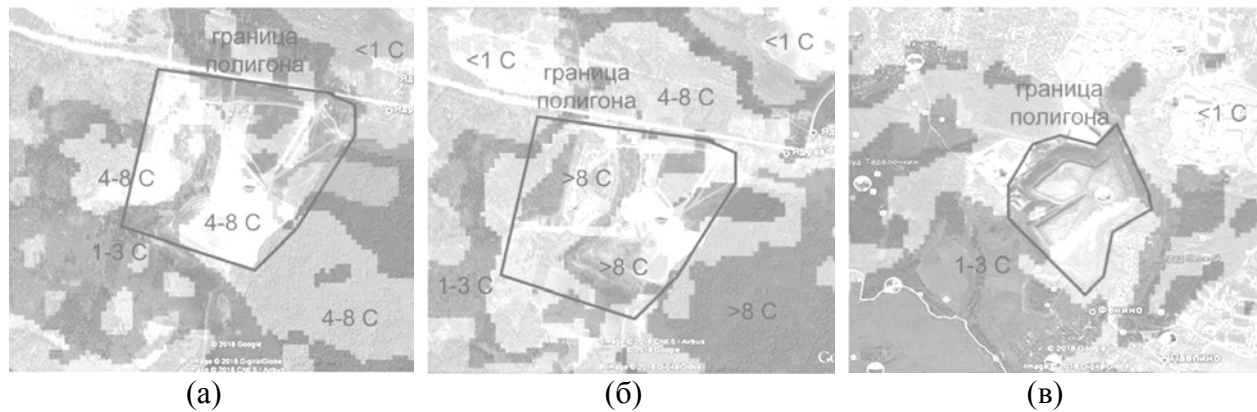


Рис. 5. Превышение поверхностных температур на полигонах ТКО: Ядрово, (а) – февраль 2017 г., (б) – февраль 2018 г.; Кучино (в) – февраль 2018 г. над температурами в окрестности

На рис. 5 показано сравнение распределения температур: на полигоне ТКО Ядрово в период залпового выброса на нём и за год до этого (а-б); на полигонах ТКО Ядрово и Кучино в тот же период (б-в). Как видно из рисунка, тепловое излучение поверхности происходит на четырёх участках полигона. Максимальное превышение температуры на полигоне Ядрово, где произошел залповый выброс свалочного газа, над температурой в окружающей среде в конце февраля 2018 г. (-24°C) составляет более 11°C . Для сравнения превышение температуры для полигона ТКО Кучино в то же время года 3°C . В течение 2017-2018 гг. на полигоне ТКО Ядрово появились новые очаги выхода тепла и свалочного газа. Отмеченное выше обстоятельство можно рассматривать лишь как один из индикаторов, свидетельствующих о залповом выбросе свалочного газа. Для разработки технологии достоверного прогноза времени и объема залпового выброса свалочного газа на полигонах ТКО необходимо проведение полномасштабных междисциплинарных научных исследований.

Заблаговременный прогноз времени и объема залпового выброса свалочного газа с существующих полигонов ТКО позволит принять превентивные меры по недопущению отравления населения (закрытие окон, раздача населению средств защиты органов дыхания и др.).

Выводы

Проведенный обзор проблемы замусоривания окружающей природной среды свидетельствуют о сложности и многогранности данной проблемы, которая имеет моральные, социально-этические и социально-экономические корни. Объекты размещения отходов следует рассматривать как возможный источник чрезвычайных ситуаций экологического характера. Для решения этой проблемы, следует использовать существующие научно-методические и технологические разработки в этой области, а также финансовые вложения для приобретения технологии и оборудования утилизации отходов и рекультивации полигонов ТКО.

Литература

1. Данилов-Данильян, В.И. Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект. Изд. 2-е, доработанное/В.И. Данилов-Данильян, М.Ч. Залиханов, К.С. Лосев. - М: МППА БИМПА. - 2007. - с. 288.

2. Ивченко, Б.П. Информационная экология. Часть 1. Оценка риска техногенных аварий и катастроф. Статистическая интерпретация экологического мониторинга. Моделирование и прогнозирование экологических ситуаций /Б.П. Ивченко, Л.А. Мартышенко. - СПб.: Нордмед-Издат. - 1998. - 208 с.

3. Корсак М.Н. Экология : учеб. пособие/М.Н. Корсак, С.А. Мошаров, А.П. Пестряков и др. - 3-е изд., испр. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2014. - 240.

4. Шахраманьян М.А. Методы и технологии космического мониторинга объектов захоронения отходов в интересах обеспечения экологической безопасности территорий: учеб.-методич. Пособие /М.А. Шахраманьян, А.А. Рихтер. - М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. - 2013. - 241 с.

5. Википедия: [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://ru.wikipedia.org/>.

6. Мельников Н.Н., Наумов В.А., Амосов П.В., Гусак С.А., Наумов А.В. Информационная база данных по кондиционированным радиоактивным отходам флотов Северного региона. / В сборнике: Проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов Кольского региона и использования подземного пространства для захоронения отходов. Печатается по постановлению Президиума Кольского научного центра Российской Академии наук. Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук. Апатиты. - 1999. С. 107-121.

7. Гумерова Р.Х., Селивановская С.Ю., Галицкая П.Ю. Изменение фитотоксичности отхода нефтедобывающего комплекса, содержащего радиоактивные элементы, при их ремедиации. / Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. - 2011. Т. 153. № 3. С. 127-136.

8. Ахметов Р.М., Абдрахманов Р.Ф. Тяжелые металлы и радиоактивные элементы в горнопромышленных отходах Южного Урала и Предуралья / В сборнике: ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СБОРНИК Информационные материалы. Институт геологии УНЦ РАН. Уфа. - 2009. С. 253-257.

9. Пятёрочка: [Электронный ресурс]. URL: <https://5ka.ru/>.

10. Перекресток: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.perekrestok.ru/>.

11. LeroyMerlin: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.perekrestok.ru/>

12. Шахраманьян М.А., Дорошенко С.Г., Епихин А.В., Резников В.М., Щербенко Е.В. Методы тематической обработки космических снимков при мониторинге природных чрезвычайных ситуаций.

13. Richter, A.A. Pattern recognition algorithm using descriptors combined radio and visible spectra/A.A. Richter, Kazaryan, M.A. Shakhramanyan, V.V. Voronin// Proc. SPIE Vol. 10221, Mobile Multimedia/Image Processing, Security, and Applications 1022107 (2017), doi: 10.1117/12.2262875.

14. Richter, A. Research of generalized wavelet transformations of Haar correctness in remote sensing of the Earth/M. Kazaryan, M. Shakhramanyan, R. Nedkov, A. Richter, D. Borisova, N. Stankova, I. Ivanova, M. Zaharinoва//Proc. of SPIE Vol. 10427 - 74 (Conference 10427: Image and Signal Processing for Remote Sensing Conferences: 11–14 September 2017, Warsaw, Poland), P. 99. <https://spie.org/ERS/conferencedetails/image-signal-processing-remote-sensing#2278572>.

15. Richter, A. Quality enhancement of satellite images and its application for identification of surroundings of waste disposal sites (Методика улучшения качества изображений и ее применение при детектировании окрестностей полигонов твердых бытовых отходов)/A. Richter, M. Kazaryan, M. Shakhramanyan, R. Nedkov, D. Borisova, N. Stankova//Proc. SPIE 10444, Fifth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2017), 104441N (6 September 2017); doi: 10.1117/12.2277309.

16. Richter, A.A. Space monitoring of the Earth and Haar wavelet transform (Дистанционный мониторинг поверхности Земли и вейвлет-преобразование Хаара)/M.L. Kazaryan, M.A. Schahramanian, A.A. Richter//Future Communication Technology and Engineering. - 2015, No 61. - P. 291-294.

17. Richter, A.A. Space Monitoring of the Earth on the Presence of Solid Domestic Wastes Using a Discrete Orthogonal Transforms (Обработка космических изображений в окрестностях объектов захоронения отходов с использованием ортогональных преобразований) / M.L. Kazaryan, M.A. Schahramanian, A.A. Richter//Serbian journal of electrical engineering. - 2017. - V. 14, No. 3. - P. 343-364.

18. Шахраманьян М.А. Методы и технологии космического мониторинга объектов захоронения отходов в интересах обеспечения экологической безопасности территорий:

учеб.-методич. пособие / М.А. Шахраманьян, А.А. Рихтер. - М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. - 2013. - 241 с.

19. Казарян М.Л., Рихтер А.А., Шахраманьян М.А., Недков Р. Космический мониторинг объектов захоронения твердых бытовых отходов и промышленных отходов: теоретико-методические и социально-экономические аспекты : [монография] / ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М". - 2018. ISBN 978-5-16-014435-1 Артикул 690551.01.01 ID 982 304.

20. Казарян М.Л., Рихтер А.А., Шахраманьян М.А., Недков Р. Мониторинг и прогнозирование социально-экономического развития регионов на основе анализа космических снимков : [монография] / ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М". - 2018. Артикул 689994.01.01 ID 989 807 ISBN 978-5-16-014549-5.

21. Шаптала В.Г. Основы моделирования чрезвычайных ситуаций: учеб. пособие / В.Г. Шаптала, В.Ю. Радоуцкий, В.В. Шаптала; под общ. ред. В.Г. Шапталы. - Белгород: БГТУ. - 2010. - 166 с.

22. Котляревский В.А. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий: учеб. пособие в 3-х книгах. Книга 1/В.А. Котляревский, К.Е. Кочетков, А.А. Носач, А.В. Забегаев и др.; под ред.: К.Е. Кочеткова, В.А. Котляревского, А.В. Забегаева - М.: АСВ. - 1995. - 320 с.

23. Воробьев Ю.Л. Лесные пожары на территории России: состояние и проблемы / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. - М.: ДЭКС-ПРЕСС. - 2004. - 312 с.

24. Шахраманьян М.А. Оценка природной и техногенной безопасности России: теория и практика: монография / М.А. Шахраманьян, В.А. Акимов, К.А. Козлов. - М.: ФИД «Деловой экспресс». - 1998. - 218 с.

25. Шахраманьян М.А. Новые информационные технологии в задачах обеспечения национальной безопасности России (природно-техногенные аспекты): монография / М.А. Шахраманьян. - М.: ФЦ ВНИИ ГОЧС. - 2003. - 398 с.

26. Наземно-космический мониторинг чрезвычайных ситуаций / под ред. В.А. Акимова / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2016. 128 с.: ил.

27. Воробьев Ю.Л. Катастрофы и человек: Книга 1. Российский опыт противодействия чрезвычайным ситуациям /Ю.Л. Воробьев, Н.И., Шахраманьян М.А., Локтионов, М.И. Фалеев и др.; под ред. Ю.Л. Воробьева. - М.: АСТ – ЛТД. - 1997. - 256 с.

Сведения об авторах

Шахраманьян Михаил Андраникович, зам. директора по научной работе; Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга "АЭРОКОСМОС", 105064, Москва, Гороховский пер. 4, "Аэрокосмос", +7 (495) 632-16-54, +7 (495) 632-17-19; Московский государственный областной университет, 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, +7 495 780-09-43, +7 495 780-09-43; 7283763@mail.ru

Рихтер Андрей Александрович, младший научный сотрудник; Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга "АЭРОКОСМОС", 105064, Москва, Гороховский пер. 4, "Аэрокосмос", +7 (495) 632-16-54, +7 (495) 632-17-19; urfin17@yandex.ru

Приорова Елена Михайловна, доцент кафедры Социальной безопасности факультета Безопасности жизнедеятельности, Московский государственный областной университет, 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, +7 495 780-09-43, +7 495 780-09-43; priorlin@mail.ru

Масюк Владимир Григорьевич, декан факультета Безопасности жизнедеятельности, Московский государственный областной университет, 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, +7 495 780-09-43, +7 495 780-09-43; vg.masjuk@mgou.ru