

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ОСОБОЙ ОХРАНЫ (на примере национального парка "Смоленское Поозерье")

И.И. Подлипский, С.Ю. Жабриков

**Санкт-Петербургский государственный университет,
ООО "НТЦ" Технологии XXI века", г. Санкт-Петербург**

Освещены основные эколого-геологические факторы негативного воздействия свалочного тела полигона ТБО на состояние природных комплексов национального парка "Смоленское Поозерье". Приведены результаты натурного обследования территории, основной целью которого была эколого-геологическая оценка состояния территорий, прилегающих к зоне складирования отходов, по вторичным геохимическим ореолам рассеяния тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Ni и др.). Установлено распределение значений содержания поллютантов в грунте при разных ландшафтных условиях методом факторного анализа транспонированной геохимической матрицы. На основе полученных данных полевых и лабораторных исследований разработана концепция комплексного управления отходами (концепция КОУ), рассматриваемая на примере национального парка "Смоленское Поозерье".

Ключевые слова: комплексная система решений, интеграционная минерально-матричная технология, природные территории особой охраны

Development of Integrated Systems of Solutions in the Field of Waste Management in Natural Area of Special Protection (via Example of National Park "Smolensk Lakeland")

N.I. Podlipsky, S.Yu. Zhabrikov

**St. Petersburg State University, St. Petersburg, 199034 Russia,
LLC Scientific-and-Research Center "Technologies of the XXI Century", St. Petersburg, 190068 Russia**

There were highlights the major ecological and geological factors of negative impact of landfill-site MSW' landfill body on the state of natural complexes of the National Park "Smolensk Lakeland". There were presented the main results of full-scale survey of the territory, the main purpose of was ecological and geological evaluation of the area adjacent to the waste storage on the secondary geochemical dispersion of heavy metals ((Zn, Cu, Pb, Ni and so on). There was established distribution of values content of pollutants in the ground under different landscape conditions, the method of factor analysis of geochemical transposed matrix. Based on the data of field and laboratory research developed the concept of integrated waste management (IWM), considered as example of National Park "Smolensk Lakeland"

Keyword: integrated system of decisions, integrated mineral and matrix technology, natural area of special protection

DOI: 10.18412/1816-0395-2016-10-0-0

Жизнедеятельность населения неминуемо сопряжена с образованием ТБО вблизи мест проживания. Одним из наиболее распространенных методов их утилизации является складирование и захоронение. Объектами размещения отходов являются специально оборудованные сооружения, предназначенные для размещения отходов (полигоны, шламохранилища, хвостохранилища, отвалы горных пород и др.).

В настоящее время вновь организуемые природоохранные территории, как правило, располагаются либо вблизи поселков, либо включают их в свою территорию и, соответственно, полигоны бытового мусора оказываются в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Это приводит в невозможности проведения реконструкции/модернизации и даже рекультивации мест захоронения отходов, так как любая деятельность, связанная с обращением с

отходами, недопустима на территории ООПТ в РФ (Федеральный закон №33-ФЗ от 14 марта 1995 г. "Об особо охраняемых природных территориях"). В результате существующие полигоны превращаются в свалки, на которых отходы захораниваются бесконтрольно и в нарушение законодательства, часто используются умышленные поджоги с целью уменьшения объемов свалочных масс.

Согласно этому закону ООПТ — это участки земли,

водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

Таким образом, назрела проблема обращения с ТБО на таких территориях, связанная с многократным увеличением стоимости вывоза и захоронения (так как резко увеличивается дальность перевозки), приводящим к появлению в ООПТ несанкционированных свалок. Последнее приводит к ухудшению эколого-геологического состояния природных комплексов и уменьшению рекреационной привлекательности зон массового отдыха населения (как правило, имеющего место на территории национальных парков).

В РФ накопилось 80 млрд т ТБО и ежегодно к ним прибавляется около 30 млн т бытового и 120 млн т промышленного мусора. Общая площадь занятых отбросами земель в целом по стране превышает 2 тыс. км² [11].

Бытовой мусор на полигоне представляют собой сложную, практически однородную, многофазную гетерогенную систему (техногенный свалочный грунт), состоящую из твердой (пластик, металлы, бытовые приборы и их части и т.д.), жидкой (продукты гидролиза, атмосферные осадки, отжимная жидкость — "фильтрат") и газовой (продукты биохимического и химического разложения органоминеральной массы) компонент, к которым добавляется биотическая (живая) составляющая.

Полевые исследования

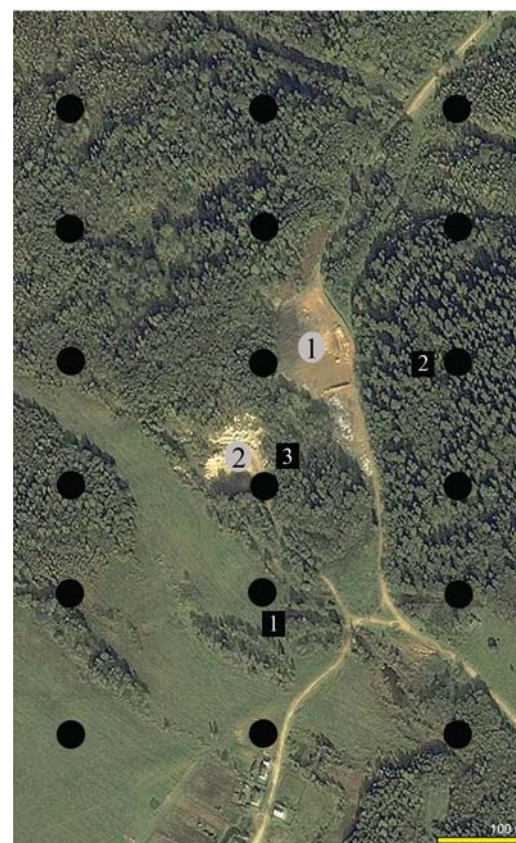
С целью установления негативного воздействия свалочного тела полигона ТБО на состояние природных комплексов

Национального парка "Смоленское Поозерье" было проведено натурное обследование территории, основной целью которого была оценка эколого-геологического состояния территорий, примыкающих к зоне складирования отходов, по вторичным геохимическим ореолам рассеяния тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Ni и др.) [12].

Для рациональной реализации описанного подхода полигон ТБО был рассмотрен авторами как эколого-геологическая система — "зона складирования (свалочное тело) — окружающая среда (прилегающие территории)", представляющая собой совокупность абиотических элементов литогенной сферы и биоты, включая человека, находящихся в функциональных отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность и единство. В таких системах центральную часть представляет собой природно-техногенное геологическое тело, сложенное техногенным биогеохимически активным грунтом, процессы трансформации которого приводят к загрязнению окружающей природной среды жидкими, газообразными и твердыми продуктами разложения и компонентами свалочного грунта (отходов).

Исследуемый полигон расположен в нескольких км от центра пос. Пржевальское (Демидовский р-он, Смоленская обл.) и имеет площадь около 5 га. Полигон представляет собой частично организованную свалку разнородных отходов (есть забор по периметру хозяйственной зоны и свалочного тела; частично территорию складирования окружает вал из местного суглинка и супеси; организован пункт пропуска), находящуюся на территории леса. По результатам проведенного визуального осмотра отмечено, что свалочное тело полигона сформировано бытовыми и муниципальными отходами, местами — строительным мусором.

Территория, прилегающая к полигону, представлена смешанным (преимущественно



- Условные обозначения:
- - Точки отбора проб почво-грунтов и растений
 - - Точки заложения почвенных разрезов
 - 1 - Место расположения полигона ТБО
 - 2 - Карьер по добыче песка

Рис. 1. Участок проведения исследований и сеть опробования почво-грунтов и растений

хвойным) влажным лесом и разреженным естественным подлеском с явным доминированием рудеральных сорных видов растений (крапива двудомная, полынь обыкновенная и др.). Для оценки состояния почво-грунтов была создана равномерная сеть пробоотбора, состоящая из 3-х профилей по 6 точек с шагом 200×200 м, пробоотбор почво-грунтов проводился с поверхности (0,0 — 0,2 м) — всего отобрано 18 проб грунта (рис. 1), которые перед анализом доводятся до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу, измельчаются и просеиваются через сито (с ячейками размером 1 мм). Полученные навески анализировались с использованием портативного рентгенофлуоресцентного анализатора X-Spec (модель 50Н, произво-

Результаты описательной статистики для всей выборки, мг/кг

| Металл | Фон, мг/кг | Медиана | Q ₁ * | Q ₂ * | Стандартное отклонение | Коэффициент вариаций, % |
|--------|------------|---------|------------------|------------------|------------------------|-------------------------|
| Pb | 25,0 | 23,9 | 20,0 | 31,1 | 6,4 | 26 |
| Zn | 28,0 | 47,4 | 44,0 | 59,3 | 49,7 | 82 |
| Cu | 13,5 | 24,0 | 11,9 | 27,5 | 9,8 | 50 |
| As | 10 | 4,88 | 4,2 | 4,9 | 0,1 | 15 |
| Ni | 10 | 15,6 | 10,5 | 19,7 | 9,2 | 55 |
| Cr | 2,1 | 32,10 | 28,14 | 37,29 | 11,59 | 34 |

*Q₁ и Q₂ – нижняя и верхняя квартиль соответственно.

дитель ЗАО "Научные приборы", Россия) на содержание Zn, Cu, Pb, Ni, Cr и As (мг/кг).

Для установления общих закономерностей разброса данных был использован комплекс математических методов обработки с целью гомогенизации, определения границ аномальности и доверительного интервала содержаний ("правилом 3-х δ "). Дальнейшая математическая обработка данных проводилась с использованием корреляционного и факторного анализов для установления общих характеристик литогеохимического поля.

По результатам проведенной оценки распределения содержаний тяжелых металлов и металлоидов в грунте было установлено (см. таблицу): Pb, As и Cr имеют коэффициент вариации менее 50 %, что может косвенно свидетельствовать об отсутствии современного привноса в систему этих элементов (загрязнения), либо о быстром и равно-

мерно распределенном по территории при их выносе (что маловероятно в связи с неоднородностью ландшафтных условий). В площадном тренде распределения геохимических данных по Zn, Cu и Ni установлены довольно сильные возмущения, которые, наиболее вероятно, связаны с современным техногенным воздействием.

По данным сопоставления медианных значений (как наиболее точно характеризующих малые выборки) с фоновыми [14] было установлено значительное превышение для Zn, Cu, Cr и Ni (см. таблицу). Превышение по содержанию мышьяка связано с разной величиной пределов обнаружения двух проведенных исследований и поэтому считается не обоснованным.

В связи с неоднородностью исходной выборки с целью установления зависимости распределения значений содержаний поллютантов в грунте при

разных ландшафтных условиях был проведен факторный анализ транспонированной геохимической матрицы (в строках — содержания; в столбцах — точки опробования) (Q-метод факторного анализа) [1], по результатам которого можно сделать вывод о четкой дифференциации полученных аналитических результатов на две группы (рис. 2).

Первый фактор указывает на сходство распределения элементов в точках, расположенных в центральной и южной частях территории исследования, которые орографически связаны с участками повышения рельефа — холмами и грядами, сложенными флювиогляциальными песчаными и супесчаными грунтами. Второй фактор объединяет особенности распределения содержаний в точках, расположенных в северо-восточной и северо-западной частях оцениваемой области и связанные с моренными отложениями в понижениях рельефа.

На основании полученных результатов исходная выборка была разделена на две части согласно приуроченности к определенному типу рельефа и гранулометрическому составу (супеси и суглинки). Особенности распределения содержаний элементов, медианные значения и размах вариаций представлены на рис. 3.

Таким образом, установившееся равновесие в системе геохимически сопряженных ландшафтов в условиях аэрогенного (сжигание отходов) и гидрогенного (инфильтрация отжимной жидкости свалочных масс) загрязнения, промывного режима и высоких показателей коэффициентов фильтрации песчаных грунтов приводит к формированию литогеохимических аномалий в области распространения субаквальных ландшафтов (подножия склонов, западины, ложбины и т.д.). В области распространения элювиальных ландшафтов, обладающих высоким ассимиляционным потенциалом, связанным с актив-

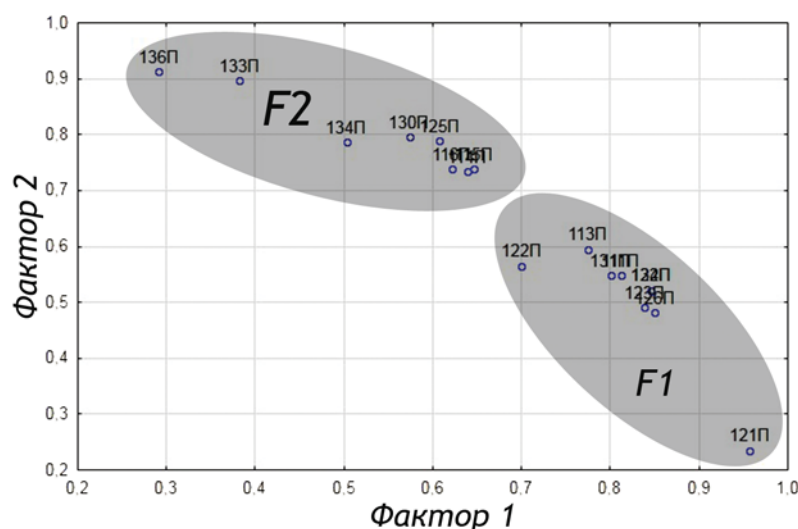


Рис. 2. Результаты проведенного Q-метод факторного анализа

ным промывным режимом и низкой адсорбционной емкостью грунтов, формируются провалы в геохимическом площадном тренде. Ярким свидетельством установленных закономерностей являются особенности распределения элементов в разных типах грунтов на прилегающих территориях полигона бытовых отходов пос. Пржевальское (рис. 3).

Установленный факт низкоинтенсивного загрязнения всей площади прилегающих территорий полигона ТБО (кроме точки, расположенной вблизи зоны складирования у перекрестка дорог, по которым привозят отходы) подтверждается данными факторного анализа выборок, составленных по типам подстилающих пород (рис. 4). Получение сходных результатов (у факторов практически идентичные абсолютные значения и процент дисперсии) свидетельствует о равномерном загрязнении (аэрогенного происхождения) прилегающей территории полигона, проявившемся вследствие постоянного сжигания отходов.

В условиях активной миграции поллютантов в местах распространения песчаных и супесчаных пород высока вероятность возникновения скоплений (повышений концентраций до опасных для здоровья человека пределов) в областях геохимических барьеров, например в крайних зонах болот, являющихся местами естественного накопления дренажных вод [13]. В связи с тем, что территория национального парка "Смоленское Поозерье" традиционно у местных жителей является местом отдыха, а также сбора дикоросов, грибов и ягод, загрязнение грунтов до уровней, превышающих ПДК, крайне опасно.

По результатам проведенных полевых и лабораторных исследований можно говорить о наличии негативного воздействия полигона ТБО на прилегающие территории, проявляющегося в увеличении флуктуаций геохимического поля на уровне фо-

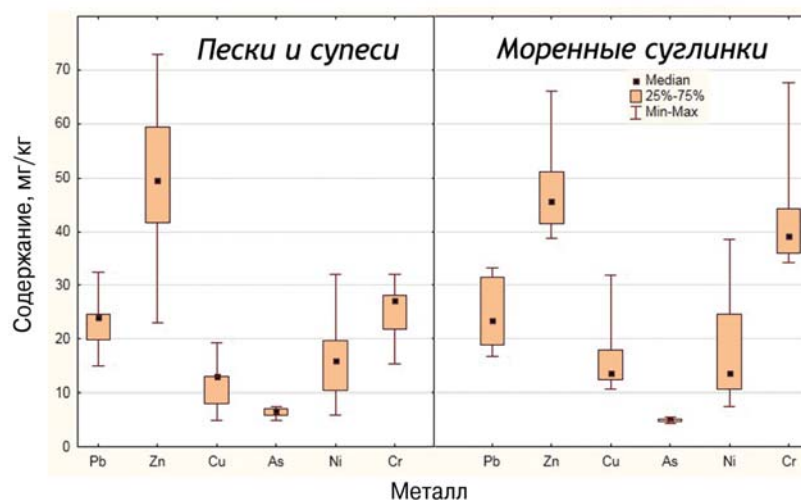


Рис. 3. Диаграммы размаха содержаний элементов в различных грунтах

новых содержаний тяжелых металлов и мышьяка. Значительный ассимиляционный потенциал ландшафтов прилегающих территорий зоны складирования бытовых отходов в настоящее время не дает возможности проявиться геохимическим аномалиям даже по отдельным (наиболее распространенным и типичным) поллютантам. В связи с ограниченностью устойчивости экосистем в качестве возможного продолжения исследований можно рассмотреть организацию системы стационарных пунктов наблюдения за со-

стоянием компонентов окружающей природной среды — систему эколого-геологического мониторинга (почвы, грунтовые и поверхностные воды, растения, органы и ткани живых организмов) в зоне потенциального воздействия свалочного тела полигона ТБО и в местах распространения геохимических барьеров [13].

Комплексная система управления отходами

Назначение ООПТ заключается в охране природных систем, причем как биотических, так и

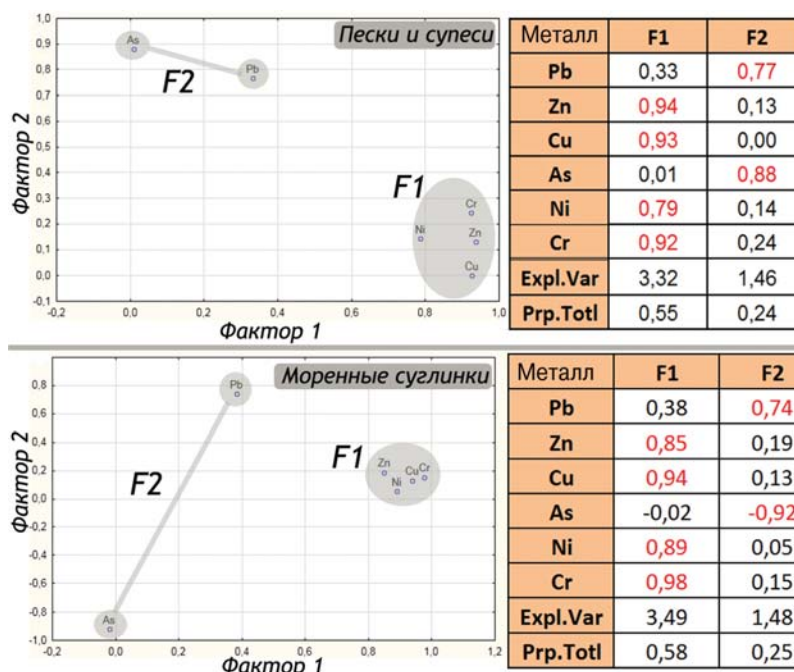


Рис. 4. Результаты факторного анализа двух выборок для различных грунтов

абиотических компонентов. Важной составляющей идеи создания заповедной территории является экологическое просвещение и туризм. Таким образом, национальный парк "Смоленское Поозерье" должен быть эталоном в области использования природоохранных технологий и методов, а проблем с бытовыми отходами на его территории просто быть не должно.

Основным источником бытовых (коммунальных) отходов на территории национального парка являются, как правило, не местные коренные жители, а люди, приезжающие на кратковременный (рыбалка, сбор дикоросов и грибов, туризм и др.) и/или продолжительный (проживание в загородном доме, отдых на дачном участке, санаторно-курортное лечение и др.) отдых. По данным переписи населения в 2014 г., численность временного населения в центральной части национального парка (пос. Пржевальское, дер. Холм, дер. Покровское, дер. Михаловское и др.) в весенне-летний период увеличивается на порядок с 2 до 20 — 30 тыс. чел. В связи с этим мощности по переработке и утилизации отходов, заложенные в бюджет региона для 2 тыс. чел., не справляются с решением создающегося "мусорного коллапса". В итоге на территории центральной части национального парка "Смоленское Поозерье" образуются стихийные несанкционированные свалки вдоль дороги, ведущей на существующее место захоронения бытовых отходов.

С целью решения создающихся проблем с отходами необходимо разработать, согласовать (с управляющими природоохранными органами и руководством ООПТ) и принять к исполнению программу "Комплексного управления отходами (КУО) на территории национального парка "Смоленское Поозерье", базирующуюся на основе принципа "нулевого сброса".

Основные задачи программы:

- уменьшение количества образующихся отходов;

- переработка образующихся и уже накопленных отходов в месте складирования (полигон в пос. Пржевальское);

- исключение негативного воздействия как накопленных, так и образующихся отходов на состояние природной среды;

- экологическое образование и воспитание в области управления отходами.

Для решения поставленных задач в рамках КУО необходимо работать в нескольких направлениях одновременно и осуществить:

- разработку и внедрение системы селективного сбора отходов на территории поселений и на туристических площадках (рис. 5);

- поиск и заключение рамочных договоров с основными потребителями получаемого в процессе селекционного сбора отходов сырья, что обеспечивает бесперебойный источник финансирования для покрытия текущих затрат на реализацию природоохранных мероприятий;

- разработку проекта рекультивации территории существующего полигона ТБО, переработка уже складированных отходов по ИММ-технологии [2, 4, 5] с предварительной сортировкой и дополнительным выделением утильной фракции и последующим доизмельчением перед переработкой. Рекультивированную территорию рационально использовать для промежуточного складирования утильных фракций отходов (продукция) перед отправкой потребителям;

- программы экологического образования и воспитания местных жителей (внедрение в образовательные программы в детских садах и школах регионального стандарта) и отдыхающих (организация эко-тренингов, летних эко-школ, экологических троп).

Основная идея системы отдельного сбора базируется на принципе "легче не смешивать, чем разделять", т.е. предотвратить смешение и загрязнение утильных фракций бы-

товых (коммунальных) отходов.

Наиболее рациональной и простой в организации является установка системы сбора по 4-м основным контейнерам: органические материалы (биоразлагаемые); бумага, картон, текстиль и стекло; пластик и металл (черные и цветные); отсев (различные по происхождению мелкие сложные (композитные) материалы и предметы). Дополнительным контейнером может быть емкость в местах массового посещения и/или проезда (прохода) населения для сбора крупногабаритных сложных предметов и материалов, разбор которых производится вручную. В процессе селективного сбора в местах сбора образуется продукция довольно высокого качества, в связи с чем можно в дальнейшем вести работу с этими ресурсами, не нарушая Федеральные законы.

Примером рационального метода переработки ТБО является интеграционная минерально-матричная технология (ИММ-технология) [7 — 9], разработанная на основе теории синтеза вяжущих веществ в дисперсных грунтах [2]. Благодаря ей возможна физико-химическая переработка ТБО в строительный материал — грунты укрепленные техногенные и рекультивационные смеси.

ИММ-технология заключается в использовании свойств минеральных систем на основе глин или глинистых пород, алюмосиликаты которых, подвергшись интенсивному щелочному гидролизу в присутствии ионов щелочноземельных металлов, преобразуются в высокодисперсную минерально-матричную систему, характеризующуюся предельным неравновесным состоянием и повышенной сорбционной емкостью. При введении в такую минеральную матрицу отходов из их состава извлекаются химически активные загрязнители (такие как тяжелые металлы и металлоиды), играющие роль

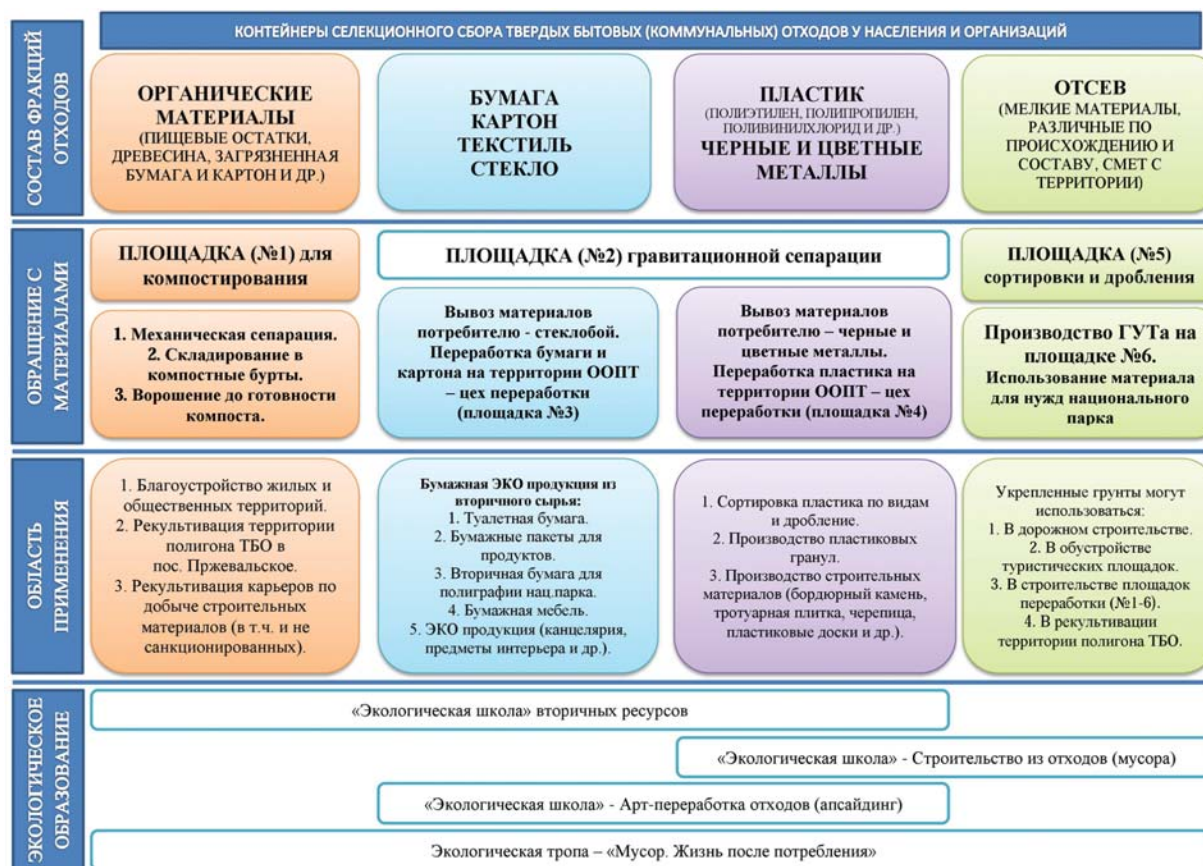


Рис. 5. Система раздельного сбора бытовых отходов от населения и организаций

центров образования новой равновесной структуры [3, 6].

Реализация технологии достигается внесением, с последующим перемешиванием до полной гомогенизации смеси, в предварительно измельченные до фракции 0 — 5 мм отходы минеральных глинистых грунтов, неорганических вяжущих веществ и побудителя реакций щелочного гидролиза — модифицирующей комплексобразующей добавки (МКД), представляющей собой микрочастицы алюмосиликатных минералов, модифицированных ионами щелочноземельных металлов. Внесение в смесь глинистых грунтов, в качестве которых могут быть использованы местные грунты или глинистые грунты, депонированные на полигоне в качестве строительных отходов, обусловлено необходимостью корректировки минерального состава утилизируемого отхода, отличающегося значительным содержанием органической составля-

щей, с точки зрения уменьшения способности получаемой смеси по сравнению с начальным отходом противостоять изменению реакции среды (рН) или противостоять сдвигу рН в ту или иную сторону (фактор буферности), что приводит к возможности сокращения количества вносимых алюмосиликатных комплексобразователей.

При внесении в смесь МКД происходит резкое увеличение показателя рН до 9 — 11 единиц. В сильно щелочной среде частицы глинистых пород подвергаются гидратации и переходят в зольгелевую фазу. Выведенная таким образом из равновесного состояния система стремится вернуться в равновесное состояние, вовлекая во вновь образуемую структуру экотоксиканты и составляющие МКД. При этом процессе загрязнители становятся частью новообразованного композита, благодаря чему, их мигра-

ционная способность сводится к минимуму.

Необходимость внесения неорганических вяжущих веществ, например портландцемента марки М400 или М600, и их количество обуславливается достижением конечным материалом ГУТ необходимых для его дальнейшего целевого использования основных физико-механических характеристик, в первую очередь показателя прочности и водоустойчивости.

Помимо обезвреживания отходов в результате хемосорбционного поглощения загрязнителей вновь синтезируемой минеральной матрицей за счет сопровождающего процесс реализации ИММ-технологии глубокого щелочного гидролиза органоминеральной массы, приводящего к уничтожению патогенной микрофлоры, достигается и его обеззараживание.

В результате вышеописанных физико-химических процессов по завершению процес-

сов литификации образуется экологически безопасный строительный композиционный монолит с надежно изолированными в его структуре экотоксикантами, обладающий заданными физико-механическими характеристиками.

Образуемый при переработке отходов ТБО по ИММ-технологии материал — грунт укрепленный техногенный (ГУТ) в проектном возрасте (на 28 сут) имеет следующие физико-механические характеристики: плотность $\rho = 1,8 \div 2,0 \text{ т/м}^3$; прочность на осевое сжатие $R = 5 \div 15 \text{ кгс/см}^2$; коэффициент фильтрации K_f не более 10^{-4} м/сут ; коэффициент водоустойчивости более 0,7; морозостойкость класса F5. Он может быть использован для устройства оснований, дополнительных слоев оснований и нижних слоев покрытий автомобильных дорог с разработкой соответствующих конструкций, а также может использоваться как грунт обратной засыпки при планировочных работах, сооружении откосов и земляных валов, вне зон застройки территории зданиями с постоянной проживающим населением, дошкольных и образовательных учреждений (объектов повышенного риска).

Таким образом, помимо обезвреживания и обеззараживания ТБО реализация ИММ-технологии и последующее применение ГУТа при производстве рекультивационных работ на полигоне позволяет решить следующие задачи:

- устранить риски возгорания компонентов ТБО;
- ограничить прямой доступ к компонентам ТБО животным, птицам и насекомым;
- обеспечить получение полезного продукта, пригодного для дальнейшего применения как на полигоне, так и за его пределами;
- обеспечить максимально возможный коэффициент трансформации компонентов ТБО;
- обеспечить экономическую целесообразность и конкурентоспособность.

Экозащитные характеристики ИММ-технологии были оценены методом PQ (property quality) анализа. Отличительной особенностью этого метода является то, что с помощью определенных математических операций можно оценить различные аспекты, например экологические, технологические и эксплуатационные, которые затем суммируются. Согласно методике, чем выше значение индекса PQ , тем выше качество деятельности или технологии, подобно тому как производится известная оценка интеллектуального развития человека (индекс IQ) [15].

Произведенный расчёт индекса качества экозащитных характеристик ИММ-технологии по эксплуатационному, технологическому и экологическому параметрам показал, что данная технология, обеспечивающая одновременно обезвреживание ТБО и получение пригодного для дальнейшего применения продукта, имеет показатель PQ выше на 43 % по сравнению с методом их депонирования на полигоне.

Экологическое образование в области переработки отходов

Экологическое образование и воспитание в рамках концепции комплексного управления отходами национального парка "Смоленское Поозерье" реализуется в виде нескольких экологических мастер-классов, проводимых в рамках "Экологической летней (весенней/осенней) школы", предназначенных для разных возрастных категорий (18+).

Базовая часть программы летней школы состоит из 3-х основных элементов:

- экскурсия на полигон ТБО в целях наглядной демонстрации последствий нерационального обращения с отходами (на территории, прилегающей к зоне складирования, можно организовать экологическую тропу "Мусор. Жизнь после потребления", описывающую и иллюстрирующую

продолжительность и этапность разложения и преобразования органической части отходов, а также негативное воздействие на биоту и человека);

- экологический квест, например "Отдохнул — убери", заключающийся в сборе мусора на определенной территории двумя и тремя командами (соревновательный момент) — уборка и подготовка материалов для следующего этапа обучения;

- лекционно-интерактивное занятие, в рамках которого будет дано разъяснение о необходимости раздельного сбора, выгодах людей и организаций, которые его применяют, способах организации раздельного сбора в домашних условиях и на предприятиях.

Вариативная часть программы летней школы связана с той конкретной направленностью, которую выбрал обучающийся:

- "Школа вторичных ресурсов" — в рамках теоретических и практических занятий будет представлена информация о том, как заработать или не тратить на отходах дома/предприятия, как в домашних условиях безопасно и правильно перерабатывать органические отходы, где можно использовать компост, можно ли сжигать отходы и др.;

- "Строительство из отходов" — мастер-класс посвящен практическим вопросам использования разных видов отходов в строительстве как временных, так и капитальных сооружений;

- "Арт-переработка отходов. Апсайдинг" — мастер-класс об использовании отходов в ландшафтном дизайне, ремонте и авторском дизайне дома и т.д.

С целью решения сложившихся в настоящее время проблем в области управления отходами разработка и внедрение комплексной системы решений (концепция КУО) является одним из наиболее эффективных в экономическом и экологическом плане методов.

Литература

1. **Ворошилов В.Г.** Методика выявления структуры аномалий геохимических полей рудных месторождений // Известия Томского политех ун-та, 2004, Т. 307. № 2. С.55-61.
2. **Кнатко В.М.** Теория синтеза неорганических вязущих веществ в дисперсных грунтах. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1989. 92 с.
3. **Кнатко В.М., Кнатко М.В., Копылов А.М., Барков В.М.** Опыт обезвреживания отходов // ЖКХ. 2003. №1. С.34-39.
4. **Кнатко М.В., Жабриков С.Ю., Подлипский И.И.** ИММ-технология как эффективный драйвер развития рынка переработки отходов нефтедобычи // Нефть. Газ. Новации. 2014. №8. С.58-64.
5. **Кнатко М.В., Жабриков С.Ю., Подлипский И.И.** Использование ИММ-технологии для снижения негативного техногенного воздействия на литосферу оказываемого деятельностью ЖКХ // Инновации и инвестиции. 2015. №4. С.224-226.
6. **Кнатко М.В., Жабриков С.Ю., Подлипский И.И.** Утилизации отходов топливно-энергетического комплекса // Экология и промышленность России. 2015. Т. 19. № 4. С.20-23.
7. **Патент №2096081 (РФ).** Кнатко В.М., Шербакова Е.В. Способ производства сорбента тяжелых металлов и других загрязнителей на основе глинистых пород // Офиц. бюл. Рос. агентства по патентам и тов. знакам. 1997. № 32. С.169.
8. **Патент №2162068 (РФ).** Кнатко В.М., Шербакова Е.В., Кнатко М.В., Масленникова И.С. Смесь для обезвреживания и литификации бытовых и промышленных отходов, а также дольных осадков // Офиц. бюл. Рос. агентства по патентам и тов. знакам 2001. № 2. С.337.
9. **Патент №2226130 (РФ).** Кнатко В.М., Шербакова Е.В., Кнатко М.В. Способ обезвреживания свалок промышленно-бытовых отходов // Офиц. бюл. Рос. агентства по патентам и тов. знакам. 2004. №7. С.275.
10. **Подлипский И.И.** Полигон бытовых отходов как объект геологического исследования // Вестник СПбГУ. 2010. Сер. 7. Вып. 1. С.15-31.
11. **Подлипский И.И.** Эколого-геологическая характеристика полигонов бытовых отходов и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию: Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010. 22 с.
12. **Подлипский И.И.** Методика эколого-геологической оценки территории полигона бытовых отходов (пос. Пржевальское, Смоленская область) // Матер. IV Междунар. чтений памяти Н.М. Пржевальского: "Творческое наследие Н.М. Пржевальского и современность". Смоленск: Изд-во "Манжета", 2014. С.120-123.
13. **Подлипский И.И.** Эколого-геологическая оценка прилегающих территорий полигона бытовых отходов (национальный парк "Смоленское Поозерье") // Матер. XVIII Сергеевских чтений "Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи". М.: Изд-во "...", 2015. (в печати)
14. **Подлипский И.И., Зеленковский П.С.** Эколого-геохимическая оценка состояния системы "водосборная площадь-донные отложения" озера Лошамь (национальный парк "Смоленское Поозерье") // Матер. VII Междунар. науч.-практ. конф. "Экологические проблемы. Взгляд в будущее". Ростов-на-Дону: 2015. С.269-273.
15. **Титова Т.С.** Комплексная оценка влияния новых природозащитных технологий на геоэкологическую обстановку: Дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2005. 242 с.

References

1. **Voroshilov V.G.** Metodika vyyavleniya struktury anomalii geokhimicheskikh polei rudnykh mestorozhdenii // Izvestiya Tomskogo politekh un-ta, 2004, T. 307. № 2. S.55-61.
2. **Knat'ko V.M.** Teoriya sinteza neorganicheskikh vyazhushchikh veshchestv v dispersnykh gruntakh. L.: Izd-vo Leningradskogo un-ta, 1989. 92 s.
3. **Knat'ko V.M., Knat'ko M.V., Kopylov A.M., Barkov V.M.** Opyt obezvrezhivaniya otkhodov // ZhKKh. 2003. №1. S.34-39.
4. **Knat'ko M.V., Zhabrikov S.Yu., Podlipskii I.I.** IMM-tekhnologiya kak effektivnyi draiver razvitiya rynka pererabotki otkhodov neftedobychi // Neft'. Gaz. Novatsii. 2014. №8. S.58-64.
5. **Knat'ko M.V., Zhabrikov S.Yu., Podlipskii I.I.** Ispol'zovanie IMM-tekhnologii dlya snizheniya negativnogo tekhnogennoho vozdeistviya na litosferu okazyvaemogo deyatelnost'yu ZhKKh // Innovatsii i investitsii. 2015. №4. S.224-226.
6. **Knat'ko M.V., Zhabrikov S.Yu., Podlipskii I.I.** Utilizatsii otkhodov toplivno-energeticheskogo kompleksa // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2015. T. 19. № 4. S.20-23.
7. **Patent №2096081 (RF).** Knat'ko V.M., Shcherbakova E.V. Sposob proizvodstva sorbenta tyazhelykh metallov i drugih zagryaznitelei na osnove glinistykh porod // Ofits. byul. Ros. agentstva po patentam i tov. znakam. 1997. № 32. S.169.
8. **Patent №2162068 (RF).** Knat'ko V.M., Shcherbakova E.V., Knat'ko M.V., Maslennikova I.S. Smes' dlya obezvrezhivaniya i litifikatsii bytovykh i promyshlennykh otkhodov, a takzhe donnykh osadkov // Ofits. byul. Ros. agentstva po patentam i tov. znakam 2001. № 2. S.337.
9. **Patent №2226130 (RF).** Knat'ko V.M., Shcherbakova E.V., Knat'ko M.V. Sposob obezvrezhivaniya svalok promyshlenno-bytovykh otkhodov // Ofits. byul. Ros. agentstva po patentam i tov. znakam. 2004. №7. S.275.
10. **Podlipskii I.I.** Poligon bytovykh otkhodov kak ob'ekt geologicheskogo issledovaniya // Vestnik SPbGU. 2010. Ser. 7. Vyp. 1. S.15-31.
11. **Podlipskii I.I.** Ekologo-geologicheskaya kharakteristika poligonov bytovykh otkhodov i razrabotka rekomendatsii po ratsional'nomu prirodopol'zovaniyu: Avtoref. dis. kand. geol.-mineral. nauk. SPb.: Izd-vo SPbGU, 2010. 22 s.
12. **Podlipskii I.I.** Metodika ekologo-geologicheskoi otsenki territorii poligona bytovykh otkhodov (pos. Przheval'skoe, Smolenskaya oblast') // Mater. IV Mezhdunar. chtenii pamyati N.M. Przheval'skogo: "Tvorcheskoe nasledie N.M. Przheval'skogo i sovremennost'". Smolensk: Izd-vo "Manzhet", 2014. S.120-123.
13. **Podlipskii I.I.** Ekologo-geologicheskaya otsenka prilegayushchikh territorii poligona bytovykh otkhodov (natsional'nyi park "Smolenskoe Poozer'e") // Mater. XVIII Sergeevskikh chtenii "Inzhenernaya geologiya i geokriologiya. Fundamental'nye problemy i prikladnye zadachi". M.: Izd-vo "...", 2015. (v pechati)
14. **Podlipskii I.I., Zelenkovskii P.S.** Ekologo-geokhimicheskaya otsenka sostoyaniya sistemy "vodosbornaya ploshchad'-donnye otlozheniya" ozera Losham'e (natsional'nyi park "Smolenskoe Poozer'e") // Mater. VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Ekologicheskie problemy. Vzglyad v budushchee". Rostov-na-Donu: 2015. S.269-273.
15. **Titova T.S.** Kompleksnaya otsenka vliyaniya novykh prirodoshchitnykh tekhnologii na geoeologicheskuyu obstanovku: Dis. ... d-ra tekhn. nauk. SPb., 2005. 242 s.

И.И. Подлипский – канд. геол.-минерал. наук, ст. преподаватель, Санкт-Петербургский государственный университет, 190034 Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская наб. 7-9, e-mail: primass@inbox.ru • С.Ю. Жабриков – гл. инженер проекта, ООО "НТЦ" Технологии XXI века", 190068 Россия, г. Санкт-Петербург, Лермонтовский пр., д. 7, лит. "А", e-mail: zhabrikov@nw-tech.ru

I.I. Podlipsky – Cand. Sci. (Geol.-Miner.), Senior Teacher, St. Petersburg State University, 190034 Russia, St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7-9, e-mail: primass@inbox.ru • S.Yu. Zhabrikov – Chief Engineer of the Project, LLC Scientific-and-Research Center "Technologies of the XXI Century", 190068, Russia, St. Petersburg, Lermontovskiy pr. 7, bld. A, e-mail: zhabrikov@nw-tech.ru