

чением в холодное время года и менее значительным - в теплое. Так же увеличилось годовое количество осадков на 8-12%. В отличие от температуры воздуха, количество осадков подвержено также циклическим колебаниям, и проявляется чередованием сухих и влажных периодов. Однако прирост температур и осадков очень мало отразился на характере увлажнения ландшафтов, так как коэффициент увлажнения изменился за это время крайне незначительно.

4. Для ландшафтов Донского бассейна в большей степени выражено изменение температур и осадков от одного года к другому, а устойчивые однонаправленные тенденции их изменения (повышения или понижения) на протяжении последовательного ряда лет отмечаются крайне редко. В результате современные климатические условия, несмотря на выявленные изменения, в целом не выходят за граничные показатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будыко М.И. Климат конца двадцатого века // Метеорология и гидрология. – 1998. – №10. – С. 5-24.
2. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – М.: Росгидромет, 2014. – 59 с.
3. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Изменение климатических условий европейской части России во второй половине XX века // Влияние изменений климата на экосистемы. – М., Русский университет, 2001. – С. 9-17.
4. Материалы к стратегическому прогнозу изменения климата Российской Федерации на период до 2010-2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. – 88 с.
5. Многолетние ряды средних областных комплексных метеорологических параметров для основных сельскохозяйственных районов СССР / под ред. Мещерской А.В., Блажевич В.Г. – Л., 1985. – 324 с.
6. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – М.: Росгидромет, 2008. – 29 с.

ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЛОБАЛЬНУЮ КЛИМАТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

В.Ю. Приходько, Т.А. Сафранов, Т.П. Шанина
yks26@ua.fm

Одесский государственный экологический университет, г.Одесса, Украина

Введение. Жизнедеятельность человека сопряжена с образованием твердых бытовых отходов (ТБО), в которые, в конечном счете, переходят потребляемые природных ресурсы. Практически все операции по обращению с ТБО являются источником воздействия на окружающую среду, в частности, за счет образования и эмиссии парниковых газов (ПГ), поступление которых в атмосферу рассматривается как фактор климатических изменений. Так, в Руководящих принципах МГЭИК [1] группа операций по обращению с отходами и осадками сточных вод вынесена в отдельный сектор «Отходы». Аналогичный подход используется при составлении Национального Кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ в Украине [2].

В докладе «What a Waste 2.0» [3] указывается, что в 2016 году эмиссия ПГ в атмосферу в результате захоронения ТБО на свалках и полигонах, не оборудованных системами сбора биогаза, составила 1,6 млрд. т CO₂-экв. или 5% от общей эмиссии ПГ от антропогенных источников в мире.

По данным Национального Кадастра [2], за 2016 год в Украине доля сектора «Отходы» составила 3,7% в общем объеме выбросов ПГ в Украине. Несмотря на незначительный вклад в национальные показатели, сектор «Отходы» – единственный, имеющий положительную динамику в объемах выбросов ПГ в Украине: с 1990 по 2016 г. общий объем выбросов ПГ увеличился на 3,7%; в частности, выбросы метана со свалок увеличились на 26%.

Предполагается, что операции сектора «Отходы» будут сопровождаться значительной эмиссией ПГ в перспективе в силу ряда причин. Во-первых, это рост количества образующихся ТБО как за счет увеличения количества населения, так и за счет увеличения показателей удельного образования отходов. Во-вторых, неэффективное обращение с ТБО, которое сводится, в основном, к захоронению их на свалках и полигонах. Это подтверждается данными доклада «What a Waste 2.0». Так, основным методом обращения с ТБО в мире является их захоронение в специально отведенных местах – около 70 % ТБО захоранивается на свалках и полигонах различного уровня оснащенности. При сохранении существующей ситуации в сфере обращения с ТБО ожидается увеличение эмиссии ПГ из мест захоронения отходов в 1,6 раза к 2050 году [3]. Следовательно, проблема ТБО сопряжена с негативными последствиями в окружающей среде, одним из которых является увеличение концентрации ПГ в атмосфере.

Основная часть исследования. Источником образования ПГ являются процессы обработки и обращения с ТБО, среди которых можно выделить следующие группы:

- 1) процессы обработки отходов, рециклинга вторсырья;
- 2) деструкция органических веществ (в теле полигона, компостной яме или в специальной установке для анаэробной ферментации), что применимо исключительно к био-разлагаемым отходам;
- 3) сжигание.

Количественная оценка эмиссии ПГ при различных методах обращения с отходами представлена в Руководящих принципах [1], на основе которых разрабатываются национальные модели оценки и проводится инвентаризация выбросов ПГ определённой страны. ПГ, которые образуются в результате основных методов обращения с ТБО, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Образование ПГ при различных методах обращения с ТБО (составлено по [1, 4])

Метод обращения	ПГ
Захоронение на свалках и полигонах	<u>CH₄</u> , CO ₂ , N ₂ O, НЛОС
Сжигание	CO ₂ , <u>N₂O</u> , <u>CH₄</u> , C _m H _n
Биологическая обработка (компостирование и анаэробная ферментация)	CO ₂ , <u>N₂O</u> , <u>CH₄</u> , H ₂ O, C _m H _n

Примечание: подчеркнуты те ПГ, для которых разработаны расчетные методики [1] и которые учитываются при составлении Национального Кадастра [2].

Как видим, количественные методы оценки эмиссии ПГ разработаны, в основном, для процессов 2 и 3 группы. Наибольшей неопределённостью в оценках эмиссии характеризуются процессы рециклинга и обработки отходов.

Недостаточно проработан вопрос образования паров воды при различных методах обращения с ТБО. Биологическое разложение органических отходов в местах их захоронения приводит к образованию воды как конечного продукта. Процесс испарения воды со свалок и полигонов ТБО относится к наиболее неопределённым в плане моделирования и количественных оценок. Однако пары воды являются одним из основных ПГ, формирующих тепловой баланс Земли.

Как отмечалось ранее, основным методом обращения с ТБО является их захоронение на свалках и полигонах. По официальным данным, в странах СНГ утилизируется, в среднем, не более 5% ТБО, а основным методом является захоронение на свалках и поли-

гонах. Оборудование системами дегазации современных полигонов позволит снизить эмиссию метана в атмосферу, но такие системы целесообразно оборудовать на крупных полигонах. Согласно Национальному Кадастру [1], в Украине в 2016 году с полигонов было извлечено 7,76 тыс. т метана с помощью 13 систем извлечения биогаза. Это составило только 2,3% от общего объема выбросов метана из мест захоронения отходов.

Источником образования метана и углекислого газа служат отходы, содержащие биодоступный углерод – бумага и картон, текстиль, пищевые отходы, древесина, садово-парковые отходы, средства личной гигиены, Национальный Кадастр добавляет к этому списку ещё кожу и резину. Эти компоненты различаются между собой по содержанию биодоступного углерода, скорости разложения и содержанию в потоке ТБО. В Украине их масса составляет более 60% от общей массы ТБО.

Методические подходы к количественной оценке эмиссии ПГ из мест захоронения отходов достаточно разнообразны: модель IPCC [1], модель LandGEM (США), Методика расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов (Россия), оценка по ГСН В.2.4-2-2005 «Полигоны ТБО: основные положения проектирования» (Украина). Что касается сжигания и компостирования, то методики оценки образования отдельных ПГ представлены в Руководящих принципах [1], и взяты за основу при составлении Национального Кадастра [2]. Сравнительную оценку различных систем обращения с ТБО (как совокупность методов обращения с определёнными компонентами) можно проводить на основе Waste Reduction Model (WARM), США. Хотя оговаривается её ограниченное использование в других странах, модель может быть использована как инструмент для сравнительной оценки.

Для примера сравним выделение ПГ при захоронении и компостировании 1 тыс. т пищевых отходов (табл. 2). Для выполнения расчетов использованы методики из Национального Кадастра [2].

Как видно из приведённых данных, спустя один год компостирование приводит к большему выделению ПГ, чем захоронение пищевых отходов на свалках и полигонах. Однако при учете суммарной эмиссии CH_4 из мест захоронения отходов за период продуцирования (25-50 лет), которая примерно в 10-20 раз выше, чем за первый год, ситуация будет обратной: захоронение приведет к большему поступлению ПГ в атмосферу, чем компостирование.

Таблица 2. Сравнение отдельных методов обращения с биоразлагаемыми компонентами ТБО по величине эмиссии ПГ (в т CO_2 -экв./1 тыс. т отходов)

Компонент ТБО	Захоронение	Компостирование
Пищевые отходы	66,36	173
	Захоронение (в течение 50 лет)	Сжигание
Средства личной гигиены + кожа и резина	1,38	16,7

Для таких компонентов, как средства личной гигиены, кожа и резина можно предложить два ликвидационных метода – термический и захоронение. Средства личной гигиены относятся к опасным отходам, а фракция «кожа+резина» в ТБО составляет около 2% от общей массы ТБО и характеризуется значительно разнородным составом, поэтому на сегодня возможности дифференциации и утилизация этих отходов ограничены. Как видим, захоронение приводит к значительно меньшей эмиссии ПГ, чем сжигание. Хотя следует отметить значительное влияние на образование ПГ технологий сжигания.

«Международная иерархия отходов» (Директива 2008/98/ЕС) может быть использована в качестве эффективной основы управления ТБО. Рассмотрим основные этапы обращения с ТБО с позиций образования ПГ (табл. 3). В качестве базового варианта выбран наиболее распространённый метод обращения с ТБО – захоронение на свалках и полигонах.

Таблица 3. Иерархия методов обращения с ТБО и образование ПГ

Особенности входящего потока	Иерархия	Образование ПГ
Без отходов	Предотвращение и минимизация образования	↓↓
Разделение и использование отходов как вторичных материальных ресурсов	Повторное использование	0
	Переработка в сырье или продукцию	?
Только для биоразлагаемых	Компостирование	↓
Отходы	Сжигание с получением энергии	↑
	Захоронение с получением энергии	↓
	Захоронение без получения энергии	базовый
	Сжигание без получения энергии	↑

Около 50% массы биоразлагаемых отходов составляют пищевые и садово-парковые отходы – легко разлагаемые органические отходы. Для эффективного использования их ресурсного потенциала нами предлагается дифференциация потока с выделением этой группы отходов в момент образования [5]. Отделяя легко разлагающуюся органическую фракцию из общего потока ТБО в момент образования, тем самым как повышаем ресурсную ценность потока вторичных материальных ресурсов, так и обеспечиваем экологическую чистоту продуктов биохимической переработки органических легко разлагаемых отходов. Для предотвращения снижения качества ВМР отделение органической компоненты должно происходить в минимально короткие сроки после ее образования.

Для потока легко разлагающейся органической фракции, которая отделяется из общего потока в момент образования, нами разработан способ комплексной утилизации, при котором её подвергают последовательной обработке: анаэробной ферментации с получением биогаза и твердого продукта, а полученный твердый продукт подвергают аэробному компостированию [6]. Комплексная утилизация позволяет нам получать «нулевую эмиссию» ПГ (только в случае анаэробного сбраживания) и значительно ускоряет процессы перехода углерода из отходов в окружающую среду с помощью углекислого газа (в результате сжигания метана с использованием биогаза) и с минеральными удобрениями (в которые переходит 65% углерода) [7].

Выводы. Решение проблемы ТБО на основе разработки эффективной системы управления и обращения, ответственное потребление и широкое распространение 3R технологий позволят, среди прочих экологических преимуществ, уменьшить поступление ПГ в атмосферу, которое является основным антропогенным фактором изменений в глобальной климатической системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов / МГЭИК, 2006. – Т. 5 Отходы. – URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/vol5.html>.
2. Ukraine's Greenhouse Gas Inventory Report 1990-2016 / Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. – Kyiv, 2017. – 519 p. – URL: <https://menr.gov.ua/news/32422.html>.
3. What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050 / Silpa Kaza, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. World banc group, 2018. – 295 p.
4. Fischer C., Maurice C., & Lagerkvist A. Gas emission from landfills. An overview of issues and research needs, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden, 1999. – URL: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/afr-r-264-se.pdf?pid=4393>.

5. Оптимизация системы управления и обращения с муниципальными отходами в контексте устойчивого развития урбанизированных территорий / Сафранов Т.А., Губанова Е.Р., Шанина Т.П., Приходько В.Ю. // Устойчивое развитие. – № 16 (март 2014). – С. 11-18.

6. Спосіб комплексної утилізації твердих побутових відходів: Патент на корисну модель № 58436 / Шанина Т.П., Губанова О.Р., Сафранов Т.А., Коріневська В.Ю. – Опубл. 11.04.2011 р. – Бюл. №7.

7. Carbon redistribution during the stages of generation and destruction of municipal solid waste organic component / Veronika Prykhodko, Tamerlan Safranov, Tatyana Shsanina, Oksana Ilyash // International Journal of Engineering & Technology. – Vol. 7, No 4.8 (2018). – P. 415-419. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.8.27281.

ТРАНСФОРМАЦИИ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ИВАНЬКОВСКОГО И РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ (ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Л.В. Разумовский, В.Л. Разумовский
lazy-lion@mail.ru

Институт водных проблем РАН, г.Москва, Россия

Проблема прогнозирования возможных негативных изменений в водохранилищах и крупных реках является приоритетным направлением в области природопользования и оценки качества вод. Метод графического анализа (МГА) неоднократно описывался в научной литературе [4, 5]. Однако ранее он никогда не применялся к фитопланктонным комплексам в целом, а исключительно к комплексам и ассоциациям диатомовых водорослей.

Для анализа трансформаций таксономической структуры в фитопланктонных комплексах на акватории Иваньковского и Рыбинского водохранилищ были привлечены результаты собственных исследований, которые были проведены в 2017-18 гг., и опубликованные данные по многолетним наблюдениям [2, 3, 7]. Обработка и просмотр фитопланктонных проб осуществлялся по стандартным методикам [6].

Диатомовые комплексы были так же изучены из 2 колонок донных отложений (ДО), отобранных на акватории Иваньковского водохранилища в районе Перетрусовского залива, и между малыми островами и западной оконечностью о. Грабиловка (далее - Острова). Длина колонок ДО составила 19 и 20 см, соответственно. Диатомовые комплексы были так же изучены из колонок ДО, отобранных в Рыбинском водохранилище районе Коприно. Длина наиболее представительной колонки составила 52 см. Образцы из колонок ДО анализировались послойно, через 1 см. Обработка, изготовление постоянных препаратов, подсчет и идентификация створок диатомей, осуществлялись по стандартным методикам [1].

Помимо классических методов изучения фитопланктонных и диатомовых комплексов, при анализе их таксономических пропорций был применен МГА.

МГА состоит в следующем: при построении графиков по оси абсцисс откладывается число идентифицированных таксонов видового и более низкого рангов (далее в тексте – таксонов), а по оси ординат – их относительная численность. Таксоны ранжируются по показателю относительной численности в сторону его уменьшения. В результате, в линейной системе координат строится исходный график или гистограмма. Анализ полученных графиков (гистограмм) проводится в линейной и логарифмической системе координат. В логарифмической системе координат анализируются не сами графики, а их тренды, представленные результирующими прямыми линиями. Эти линии образуют генерации определенных очертаний.