

**Учреждение образования
«Международный государственный экологический
университет имени А.Д.Сахарова»**

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**№ 4 (22)
ОКТЯБРЬ–ДЕКАБРЬ 2012**

Основан в мае 2007 года

Выходит ежеквартально

Минск
2012

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

Учреждение образования «Международный государственный
экологический университет имени А.Д.Сахарова»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

доктор технических наук, профессор **Кундас Семен Петрович**

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

С. С. Позняк, канд. с.-х. наук, доцент
(зам. главного редактора)
О. В. Лозинская (научный редактор)
С. Н. Анкуда, канд. пед. наук, доцент
В. Г. Баштовой, д-р физ.-мат. наук, проф.
Е. И. Бычкова, д-р биол. наук
М. Г. Герменчук, канд. тех. наук, доцент
А. П. Голубев, д-р биол. наук, доцент
Н. В. Гончарова, канд. биол. наук, доцент
И. В. Дардынская, канд. мед. наук, проф. Иллинойского университета, Чикаго, США
В. А. Иванюкович, канд. физ.-мат. наук, доцент
А. Н. Капич, д-р биол. наук, проф.
А. В. Кильчевский, д-р биол. наук, проф.,
член-корр. НАН Беларуси
В. И. Красовский, канд. тех. наук, доцент
Н. Д. Лепская, канд. филос. наук, доцент

Л. М. Лобанок, д-р мед. наук, проф.,
член-корр. НАН Беларуси
В. Ф. Логинов, д-р географ. наук, проф.,
акад. НАН Беларуси
Н. А. Лысухо, канд. тех. наук, доцент
В. Н. Марцуль, канд. тех. наук, доцент
С. Б. Мельнов, д-р биол. наук, проф.
А. Е. Океанов, д-р мед. наук, проф.
В. А. Пашинский, канд. тех. наук, доцент
Т. Ф. Персикова, д-р с.-х. наук, проф.
А. Н. Рачевский, нач. упр. Минприроды
О. И. Родькин, канд. биол. наук, доцент
Ч. А. Романовский, канд. биол. наук, доцент
К. Ф. Саевич, д-р биол. наук, проф.
А. С. Сенько, канд. тех. наук
А. И. Тимошенко, канд. физ.-мат. наук, доцент
П. П. Урбанович, д-р тех. наук, проф.
О. В. Чистик, д-р с.-х. наук, проф.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

ул. Долгобродская, 23, 220070, г. Минск,
тел. (017) 230 73 72, факс: (017) 230 68 97
E-mail: info@iseu.by
<http://www.iseu.by>

Свидетельство о государственной регистрации № 1366 от 10.06.2010,
выдано Министерством информации Республики Беларусь

Редакторы *С. М. Курбыко, И. В. Перковец*
Компьютерная верстка *Я. А. Толкач*
Корректоры *С. М. Курбыко, И. В. Перковец, Я. А. Толкач*

Great Lakes Centers for Occupational and Environmental Safety
and Health University of Illinois at Chicago School of Public Health

Журнал издается при поддержке Центров Великих озер профессиональной и экологической безопасности и здоровья
Школы общественного здоровья Иллинойского университета в Чикаго, США

Подписано в печать 06.12.2012 г. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 18,1. Уч.-изд. л. 11,2. Тираж 100 экз. Заказ **693**. Бесплатно

ОАО «Оргстрой»
ЛП № 02330/0494197 от 03.04.2009.
Ул. Берестянская, 16, 220034, г. Минск

© Учреждение образования
«Международный государственный
экологический университет
имени А.Д.Сахарова», 2012

УТИЛИЗАЦИЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

УДК 504.43.064.36:504.064.47(46)

Д. М. Ерошина, В. В. Ходин, А. Л. Демидов

БелНИЦ «Экология», г. Минск, Республика Беларусь

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОТ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

В статье изложены методические подходы к количественной оценке загрязнения компонентов природной среды (подземных вод, почв, атмосферного воздуха) в зоне воздействия полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО), а также к оценке факторов экологических рисков от полигонов, на которых не ведется мониторинг компонентов природной среды, или которые планируются к строительству.

➤ **Ключевые слова:** полигон ТКО, подземные воды, почвы, атмосферный воздух, загрязнение, противифльтрационный экран, геологическая среда.

Риск можно представить как функцию двух переменных: вероятности неблагоприятного события и потенциального ущерба в случае реализации этого события.

Экологический риск, как вероятность нанесения определенного ущерба природной среде и здоровью людей, сопровождается практически любыми видами человеческой деятельности.

Согласно концепции приемлемого экологического риска, должны существовать допустимые значения риска, в рамках которых может осуществляться экономический рост [1]. Приемлемые уровни рисков устанавливаются с помощью разработки системы нормативов устойчивого природопользования.

В отношении проблемы, связанной с полигонами ТКО, основными факторами экологических рисков являются образующийся на полигонах фильтрат (жидкая фаза) и биогаз [1–3]. С фильтратом загрязняющие вещества с большей или меньшей степенью вероятности могут попадать в подземные воды, почвы, грунты. Биогаз воздействует, в основном, на атмосферный воздух, а при возгорании отходов на полигоне – на все компоненты природной среды.

Для предотвращения или минимизации степени воздействия факторов риска от полигонов установлены регламентации по эксплуатации полигонов, требования к обустройству инженерно-технических сооружений, разработаны рекомендации относительно мест расположения полигонов, учитывающие геолого-гидрогеологические условия площадок, приняты нормативные показатели загрязнения компонентов природной среды и пр.

По нагрузке на природную среду полигоны могут быть типизированы по нескольким критериям [4, 5]. Основные критерии сводятся к следующим:

- 1) воздействие на подземные воды;
- 2) воздействие на почвенный покров;
- 3) воздействие на атмосферный воздух;
- 4) тип геологической среды: наличие водоупора в геологическом разрезе, глубина залегания подземных вод и пр.;

- 5) наличие природоохранных инженерно-технических сооружений (противофильтрационный экран, обвалование) или их отсутствие;
- 6) срок эксплуатации полигона;
- 7) площадь, занятая отходами;
- 8) объем накопившихся отходов;
- 9) мощность полигона (количество поступающих отходов в год);
- 10) морфологический состав отходов;
- 11) способ складирования отходов или условия размещения полигона.

Как показали исследования, выделенные критерии далеко неравнозначны. Анализ позволил условно разделить их на прямые и косвенные.

С помощью прямых критериев можно количественно оценить опасность воздействия полигона на компоненты природной среды.

Косвенные критерии – это критерии, которые в определенной мере влияют на степень опасности полигона через прямые критерии, тем самым внося коррективы в оценочную величину загрязнения того или иного компонента природной среды.

Методические подходы к количественной оценке воздействия полигонов ТКО на компоненты природной среды (подземные воды, почвы, атмосферный воздух) отрабатывались по результатам комплексных экологических обследований полигонов ТКО г. Минска и Минской обл. (всего 37 объектов). Воздействие на поверхностные воды не рассматривалось, поскольку вблизи изученных полигонов естественные водоемы и водотоки отсутствуют.

1. Воздействие на подземные воды

Загрязнение подземных вод наряду с атмосферным воздухом относится к наиболее существенному индикатору воздействия полигонов на природную среду.

1.1 Защищенность подземных вод

Основными показателями, обуславливающими естественную защищенность подземных вод, являются глубина их залегания, литологический состав, фильтрационные свойства пород, слагающих зону аэрации, наличие в кровле водоносного горизонта слабопроницаемых пород, которые способны предотвращать проникновение загрязняющих веществ в подземные воды, и др.

В Беларуси на поверхности почти повсеместно залегают четвертичные отложения, характеризующиеся большой пестротой строения разреза, гидрогеологических условий, литологического состава и инженерно-геологических параметров пород. По степени устойчивости к техническому загрязнению и способности удерживать эмиссии загрязнителей в подземных водах четвертичные отложения объединены в геолого-генетические комплексы: болотно-аллювиальный, аллювиальный, флювиогляциальный и моренный [6].

В соответствии с приуроченностью полигонов Минской обл. к определенному геолого-генетическому комплексу и с учетом наличия или отсутствия противофильтрационного экрана в основании полигона, выделено шесть групп полигонов. В группу I вошел один полигон, расположенный в области развития болотно-аллювиального комплекса (гумусированные пески, торфы), постоянно подтапливаемого грунтовыми и поверхностными водами. В группу II вошел также один полигон, расположенный в области развития аллювиальных песков разнородных с глубиной залегания грунтовых вод 1–2 м. В III и IV группы объединены полигоны, в основании которых залегают флювиогляциальные (водно-ледниковые) отложения, представленные песками разнородными с редкими прослоями супесей и суглинков с глубиной залегания подземных вод 3–3,4 м. В основании полигонов V и VI групп залегают моренные и конечно-моренные образования, сложенные супесями и суглинками с глубиной залегания подземных вод более 10 м. В группах I, II, III и V полигоны не оборудованы противофильтрационными экранами, а в группы IV и VI объединены полигоны с гидроизоляцией в основании.

Качественная и количественная оценки загрязнения базируются на установленных гигиенических нормативах ПДК и определяются суммарным коэффициентом загрязнения K_z , который рассчитывается как сумма отношений концентраций веществ в воде к их ПДК:

$$K_z = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n}.$$

Для подсчета суммарного коэффициента загрязнения на каждом полигоне выбиралась скважина (одна или две) с максимально загрязненными водами, которые расположены вниз

по подземному потоку от полигона. На полигонах, где загрязнение подземных вод во всех скважинах примерно одинаковое, суммарное загрязнение вод рассчитывалось как средняя величина. Подсчитанные суммарные коэффициенты загрязнения для каждого полигона позволяют сопоставлять между собой полигоны по степени загрязнения подземных вод, а также определять средние уровни загрязнения вод в выделенных группах полигонов (табл. 1).

Таблица 1

Индексы загрязнения подземных вод по группам полигонов

Группа полигона	Количество полигонов в группе	Средний уровень подземных вод, м	Средний коэффициент загрязнения подземных вод			Суммарный индекс загрязнения
			макро-компонентами	микро-элементами	органическими соединениями	
I	1	0,4	72,55	33,40	6,12	112,07
II	1	1,5	54,36	16,34	4,06	74,76
III	7	3,0	17,17	16,54	1,12	34,83
IV	9 (3)*	3,4	6,96	6,68	2,40	16,04
V	8 (2)*	10,6	5,83	6,21	1,07	13,11
VI	11 (3)*	10,36	3,33	2,22	0,75	6,30

Примечание: * – в скобках указано количество полигонов данной группы, на которых не ведется мониторинг подземных вод.

Анализ показал, что наибольшим суммарным индексом загрязнения (СИЗ) подземных вод (более 112 и 74) характеризуются грунтовые воды I и II групп полигонов, расположенных на песчаных и заторфованных, временами подтапливаемых, грунтах с малоомощной зоной аэрации (до 1,5 м). Довольно высокий индекс загрязнения (34,8) – в подземных водах полигонов III группы, расположенных в области развития флювиогляциальных отложений со средней глубиной залегания вод 3 м, на которых отсутствуют противофильтрационные экраны. Обустройство экранами полигонов IV группы снизит СИЗ до 16, т. е. более чем в 2 раза по сравнению с III группой полигонов на тех же грунтах. Примерно такой же эффект загрязнения подземных вод (СИЗ – 13,1) наблюдается на полигонах V группы, не оснащенных противофильтрационными экранами, но расположенных на супесчано-суглинистых грунтах. Они являются относительными водоупорами со сравнительно глубоким залеганием подземных вод (более 10 м). На полигонах VI группы, расположенных на супесчано-суглинистых грунтах и обустроенных экранами, СИЗ составляет 6,3 и снижается по сравнению с предыдущей группой вдвое, с группой III – более чем в 5 раз, а с группами I и II – на порядок.

Из вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы:

- в условиях Беларуси строительство полигонов на относительно малопроницаемых грунтах моренного комплекса с экраном упрощенной конструкции значительно сократит капиталовложения без ущерба от загрязнения подземных вод, это должно учитываться при выборе места строительства полигона. При невыполнимости подобного условия необходимо использовать дополнительные инженерные сооружения, что приведет к удорожанию строительства;
- при выборе площадки для строительства нового полигона, в зависимости от его технической оснащенности противофильтрационными экранами на основе ранжирования полигонов в регионе по степени загрязнения подземных вод, возможен прогноз степени риска загрязнения подземных вод на новом полигоне;
- средний суммарный индекс загрязнения можно рассматривать как критерий риска загрязнения подземных вод полигонов, где не ведется локальный мониторинг, но известна принадлежность полигона к определенной группе.

1.2 Приоритетные загрязнители подземных вод

При определении СИЗ подземных вод от полигонов не менее важной задачей является определение приоритетных загрязнителей. С этой целью основные загрязняющие вещества рассматривались дифференцированно по типам: макроэлементы, микроэлементы и органические соединения. В каждом типе веществ учитывалось максимальное количество показателей [5].

В выделенных группах полигонов наблюдаемые показатели каждого типа веществ в рядах приоритетности, рассчитанных по отношению к их ПДК, распределились примерно одинаково: соотношения между показателями более или менее постоянны. Это позволило выстроить ряды

приоритетности показателей загрязнения подземных вод в целом для всех групп полигонов Минской обл. Ряд приоритетности макроэлементов изображен на рис. 1.

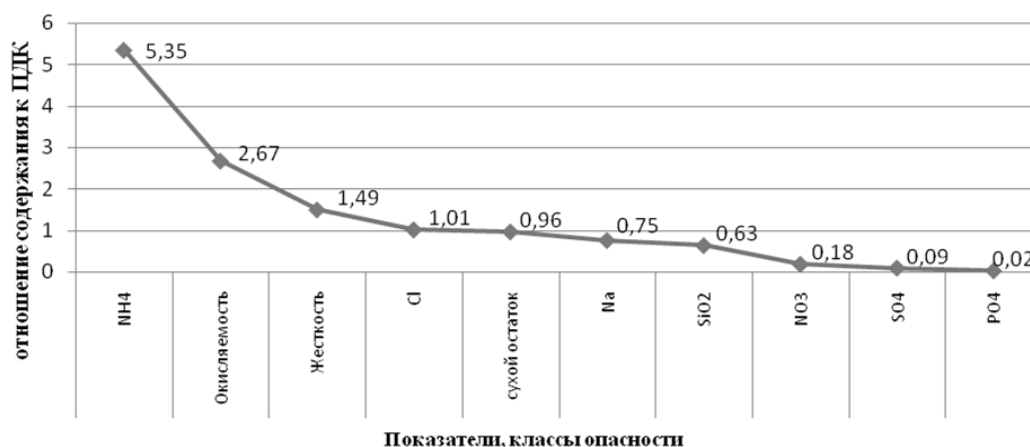


Рис. 1. Ряд приоритетности макрокомпонентов в подземных водах

Исходя из ряда приоритетности, можно сделать следующие выводы:

- лидирующими и основными показателями загрязнения подземных вод являются **окисляемость и жесткость азота аммонийного (NH₄)**, величины которых по отношению к их ПДК увеличены в 1,5 раза и выше;
- Cl, Na, сухой остаток, SiO₂ в среднем практически на уровне ПДК или несколько ниже ПДК;
- показатели NO₃, SO₄, PO₄ завершают ряд приоритетности: их концентрации в подземных водах колеблются на уровне фоновых, относить их к основным загрязнителям, по-видимому, не следует.

При включении элементов в обязательный перечень показателей мониторинга подземных вод необходимо учитывать и классы их опасности.

Из традиционного перечня определяемых показателей в подземных водах полигонов ТКО при подсчетах суммарного загрязнения были исключены гидрокарбонаты (HCO₃), азот нитритный (NO₂) и железо общее (Fe_{общ}). Для гидрокарбонатов не установлена ПДК. О количестве присутствующих в загрязненных водах гидрокарбонатов косвенно можно судить по содержанию сухого остатка, основную долю которого составляют карбонаты Ca, Mg, Na, реже бикарбонаты Fe, Mn, а также сульфаты и хлориды. Коэффициент корреляции между сухим остатком и концентрациями гидрокарбонатов, поступающих в подземные воды от полигонов, равен 0,7, т. е. корреляционная ассоциация весьма существенна.

Азот нитритный в подземных водах изученных полигонов содержится в ничтожно малых количествах (сотые и десятые доли процента), которыми можно пренебречь.

Содержание железа в пробах из скважин непредсказуемо и неадекватно общему загрязнению подземных вод, что может быть следствием недоброкачественного отбора проб, при котором в пробу воды попадает ржавчина со стенок железных труб. Это подтверждается пробными откачками.

Исходя из ряда приоритетности при оценке величины воздействия изученных полигонов Минской обл. на подземные воды по макрокомпонентам, предлагается учитывать сумму отношений к ПДК следующих параметров:

- концентрация натрия (Na);
- концентрация азота аммонийного (NH₄);
- концентрация хлоридов (Cl);
- концентрация кремния (по Si);
- концентрация сухого остатка (с. о.);
- жесткость;
- окисляемость или ХПК.

Распределение микроэлементов по величине отношения концентраций к ПДК в ряду приоритетности на изученных полигонах показано на рис. 2.



Рис. 2. Ряд приоритетности микроэлементов в подземных водах

Приоритетные загрязнители – это марганец (Mn), кадмий (Cd), барий (Ba), свинец (Pb), никель (Ni), хром (Cr), в меньшей степени ртуть (Hg), кобальт (Co), бор (B).

Мышьяк (As), медь (Cu), цинк (Zn), молибден (Mo) и подобные им микроэлементы в подземных водах от полигонов находятся в весьма незначительных количествах, измеряемых в сотых, реже десятых долях ПДК. Эти элементы завершают приоритетные ряды по потенциальной опасности, включать их в обязательный перечень наблюдаемых показателей при мониторинге следует в особых случаях.

Последовательность распределения микроэлементов по потенциальной опасности в некоторой мере соответствует геохимической подвижности элементов [7]: Fe > Pb > V > Cr > Mn > P > Ni > Co > Zn > Cu > Mo, за исключением Mn, который интенсивно выщелачивается из отходов.

В показатели наблюдения локального мониторинга подземных вод на полигонах ТКО включены органические соединения: СПАВ, нефтепродукты и фенолы.

Анализ результатов опробования подземных вод показал, что содержание СПАВ колеблется от 0 до 0,23 мг/л и очень редко приближается к 0,66–0,73 мг/л, среднее значение составляет 0,118 мг/л при ПДК = 0,5 мг/л. Характеризуясь повышенными миграционными свойствами, СПАВ способствуют миграции нефтепродуктов, пестицидов и других веществ.

Загрязнение подземных вод нефтепродуктами до уровня, превышающего ПДК, встречается гораздо чаще. Их содержание в подземных водах колеблется от 0,01–0,02 до 0,07 мг/л и выше; среднее содержание составляет 0,082 мг/л при ПДК = 0,1 мг/л.

Содержание фенолов колеблется от 0 до 0,06 мг/л, в единичных случаях превышает ПДК, достигая 0,18–0,38 мг/л. Среднее содержание по всем полигонам – 0,052 мг/л (ПДК = 0,1 мг/л).

2. Воздействие на почвенный покров

Для оценки воздействия полигонов ТКО на почвенный покров прилегающей территории проводился отбор проб почв в нескольких точках по его периметру. Количество отбираемых проб зависело от размеров полигона.

В пробах почв определялось содержание микроэлементов и нефтепродуктов. По показателям, для которых установлены нормативы, отношению средней концентрации к их ПДК или ОДК определялись коэффициенты загрязнения почв.

Источниками загрязнения почвы, кроме полигонов ТКО, являются также выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников загрязнения, средства химической защиты растений и минеральные удобрения, применяемые в сельском хозяйстве на прилегающей территории.

Воздействие полигона на почвы зависит от срока его эксплуатации, ландшафтной приуроченности, соблюдения гигиенических и технологических условий его эксплуатации и т. д. Характерные поллютанты полигонов ТКО из микроэлементов – это медь, цинк, кадмий, свинец, марганец и никель. Перечень показателей, в зависимости от года отбора проб и метода анализа, не на всех полигонах был идентичен. Поэтому приоритетный ряд загрязнителей почв выявить не удалось. Для соразмерности получаемых данных при подсчете суммарных показателей загрязнения почв использовалось ограниченное число показателей: это концентрации цинка, свинца, марганца и никеля. В результате получены значения суммарного загрязнения почв ограниченным перечнем показателей в узком диапазоне от 0,8 до 4,8.

К настоящему времени установлены ПДК и ОДК не всех микроэлементов в почвах. Поэтому был принят коэффициент загрязнения, показывающий отношение среднего фактического содержания вещества к показателю регионального Кларка этого элемента в почвах Беларуси. К загрязняющим почвы веществам отнесены те, отношения концентраций которых к Кларку превышают 1,5 (кобальт, ванадий, марганец, хром, свинец, молибден, цинк, кадмий и никель).

Исследования показали, что на изученных группах полигонов индексы загрязнения почв существенно не влияют на суммарную величину загрязнения природной среды и соотношения этого загрязнения по выделяемым группам полигонов.

3. Воздействие на атмосферный воздух

По характеру воздействия на людей и природную среду газообразные выделения из свалочных масс на полигонах ТКО (биогаз) разделяют на две группы [1, 8].

Одна группа включает выделения токсичных соединений: NH_3 , H_2S , CO , SO_2 , NO_2 , NO и H_2 . К этой же группе нужно отнести мелкие пылеватые частицы, уносимые ветром с поверхности массы отходов. Суммарное количество токсичных выделений не превышает нескольких процентов.

Вторая группа биогаза содержит практически нетоксичные газы: метан (40–60 %) и углекислый газ (30–45 %). Они, поступая в природную среду, формируют негативные эффекты, поскольку относятся к парниковым газам.

В Беларуси мониторинг атмосферного воздуха на полигонах ТКО пока не ведется. Перечень показателей, которые должны наблюдаться, установлен, но отсутствуют методические указания по опробованию воздуха, не приняты ПДВ для рекомендованных показателей.

При невозможности установления индексов загрязнения атмосферного воздуха по составу биогаза на полигонах была применена методика определения эмиссии парниковых газов, предложенная Международной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) [9, 10]. В соответствии с ней проводилась инвентаризация эмиссии парниковых газов в целом по Беларуси. Априори предполагалось, что входящие в состав биогаза токсичные соединения по количеству пропорциональны эмиссии метана, который является основным компонентом биогаза.

Исходными данными для подсчета эмиссии метана по этой методике служат:

- количество коммунальных отходов, ежегодно захораниваемых на полигонах (мощность полигона);
- доля потенциально разлагаемого органического вещества (ОВ), которая определяется, исходя из морфологического состава коммунальных отходов;
- фактически разлагающаяся доля ОВ (типичное значение 0,77);
- высота отвала отходов на полигоне (< или > 5 м);
- доля метана в образующихся газах (типичное значение 0,5);
- утилизируемый метан.

Путем ввода корреляционных и конверсионных коэффициентов рассчитывается годовая эмиссия метана на каждом полигоне.

При подсчете эмиссии метана задействованы косвенные критерии, влияющие на природную среду: занятая отходами площадь и объем накопившихся отходов (при подсчете высоты отвала); мощность полигона, состав отходов (количество органосодержащих фракций); косвенно присутствует фактор времени. По комплексу названных критериев (следовательно, по интенсивности эмиссии метана) полигоны Минской обл. разделились на пять типов, характеристика которых приведена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика типов полигонов

Типы полигонов по нагруженности	Количество полигонов	Высота отвала < 5 м			Высота отвала > 5 м		
		объем накопившихся отходов, тыс. м ³	мощность полигона, тыс. м/год	эмиссия метана, тыс. т/год	объем накопившихся отходов, тыс. м ³	мощность полигона, тыс. м ³ /год	эмиссия метана, тыс. т/год
1 – мелкие	17	9–83	0,9–7,8	0,03–0,33			
2 – средние	8	100–195	2,9–6,1	0,2–1,1			
3 – средние	7				100–630	13–39	1,2–3,0
4 – крупные	3				700–1350	36–63	3,8–4,8
5 – очень крупные	2				2000, 4000	306, 591	24, 45

При оценке экологической опасности воздействия полигона на атмосферный воздух введен коэффициент, соответствующий типу полигона по эмиссии метана. Его величина установлена субъективно, но при наличии единичных замеров на полигонах в регионе коэффициент эмиссии метана можно скоррелировать с другими загрязняющими веществами образующегося газа. Средние коэффициенты, учитывающие эмиссию метана в группах полигонов (выделяемых по геолого-генетическим критериям), и суммарная оценка экологических рисков, исходящих от полигонов в этих группах, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Оценка экологических рисков от полигонов ТКО Минской обл.

Группа	Индекс загрязнения подземных вод	Индекс загрязнения почв	Совокупный индекс загрязнения	Коэффициент, учитывающий годовую эмиссию метана	Суммарная оценка экологического риска
	А	Б	А + Б	$K(\text{CH}_4)$	$(A + B) \times K_{\text{CH}_4}$
I	112,07	1,79	113,86	3	341,6
II	74,76	1,80	76,56	2	153,1
III	34,83	1,80	36,63	2	73,3
IV	16,04	1,37	17,41	6	104,5
V	13,11	2,08	15,19	4	60,8
VI	6,3	1,93	8,23	2	16,46

Средние коэффициенты, учитывающие эмиссию метана, наиболее высокие в IV и V группах полигонов, куда входят два очень крупных полигона г. Минска с соответствующей эмиссией 45 и 24 тыс. т/год.

Резюме

Количественная оценка факторов экологических рисков от полигонов ТКО на природную среду, или определение степени опасности полигонов, базируется на учете прямых и косвенных критериев, определяющих антропогенную нагрузку на подземные и поверхностные воды, почвы, атмосферный воздух.

Воздействие полигонов на подземные воды выражается величиной суммарного коэффициента загрязнения, рассчитанного как сумма отношений химических показателей к их ПДК (прямой критерий). На величину загрязнения влияют инженерно-геологические условия полигона и наличие или отсутствие противодиффузионного экрана (косвенные критерии). На изученных полигонах суммарные коэффициенты загрязнения подземных вод изменяются от 1,34 до 112,07.

По величине суммарного коэффициента загрязнения подземных вод проводится ранжирование полигонов по группам. На полигонах, на которых не ведется мониторинг качества подземных вод, но по косвенным критериям отнесенных к той или иной группе, риск загрязнения подземных вод может быть оценен величиной СИЗ соответствующей группы полигонов.

Загрязнение почв от полигонов определяется величиной суммарного коэффициента загрязнения, рассчитанного как сумма отношений химических показателей к их ПДК или ОДК (прямой критерий). Суммарные коэффициенты загрязнения колеблются от 0,8 до 4,8 и на ранжировании полигонов существенно не сказываются.

Воздействие биогаза полигонов на атмосферный воздух при отсутствии статистической базы по требуемым показателям выбросов отождествляется с величиной годовой эмиссии метана, которая подсчитывалась по методике МГЭИК. В этой методике задействованы косвенные критерии: мощность и срок эксплуатации полигона, объем и морфологический состав накопившихся отходов. Годовая эмиссия метана на изученных полигонах колеблется от 0,03 до 45 тыс. т/год. По эмиссии метана полигоны ранжированы, каждой группе присвоен корреляционный коэффициент, который учитывается при определении суммарного воздействия полигона этой группы на природную среду.

Суммарное воздействие полигона на природную среду можно выразить формулой:

$$K_{\Sigma} = A + B + V, \quad (1)$$

где А – суммарный коэффициент загрязнения подземных вод; В – суммарный коэффициент загрязнения почв; V – суммарный коэффициент загрязнения атмосферного воздуха.

При отсутствии статистической базы данных по выбросам в атмосферный воздух суммарный коэффициент загрязнения В заменяется корреляционным коэффициентом $K_{сн4}$ и формула (1) принимает следующий вид: $K_{\Sigma} = (A + B) \times K_{сн4}$.

Предлагаемые методические подходы к количественной оценке факторов экологических рисков от полигонов ТКО позволяют на предпроектной стадии (выбор земельного участка, обоснование инвестирования) оценить степень экологических рисков и принять наиболее оптимальный вариант как по месту расположения полигона, так и по его обустройству природоохранными инженерными сооружениями с минимальным ущербом для окружающей среды.

Ранжирование полигонов определенного региона по факторам риска позволит принимать обоснованные дифференцированные решения по затратам на природоохранные мероприятия в отношении уже действующих полигонов.

Список литературы

1. Факторы риска от полигонов твердых бытовых отходов / В. К. Донченко [и др.] // 3-й Международный конгресс по управлению отходами ВейстТэк: материалы конгресса, Москва, 3–6 июня 2003 / ЗАО «Фирма «СИБИКО Интернэшнл». – М., 2003. – С. 150–151.
2. Минько, О. И. Экологические и геохимические характеристики свалок твердых бытовых отходов / О. И. Минько, А. Б. Лифшиц // Экологическая химия. – 1992. – № 2. – С. 37–47.
3. Сметанин, В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления / В. И. Сметанин. – М., 2003. – 312 с.
4. Грибанова, Л. П. Экологическое состояние полигонов и свалок ТБО Московской области, оценка их влияния на окружающую среду / Л. П. Грибанова, А. В. Киселев // Твердые бытовые отходы. – 2006. – № 4 (10). – С. 12–15.
5. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах / Д. М. Ерошина [и др.]. – Минск: БелНИЦ «Экология», 2010. – 152 с.
6. Лысухо, Н. А. Влияние полигонов на подземные воды / Н. А. Лысухо, Д. М. Ерошина // Твердые бытовые отходы. – 2008. – № 8. – С. 38–43.
7. Никаноров, А. М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / А. М. Никаноров, А. В. Жулидов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 312 с.
8. Ферментеры геологического масштаба / О. В. Горбатюк [и др.] // Природа. – № 9. – С. 71–79.
9. Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов Межправительственной группы экспертов по изменению климата / МГЭИК. – 1996.
10. Руководство МГЭИК по эффективной практике при проведении национальных инвентаризаций парниковых газов и оценке неопределенности / МГЭИК. – 2000.

D. M. Eroshina, V. V. Hodin, A. L. Demidov

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISK FACTORS OF SOLID MUNICIPAL WASTE LANDFILLS

The article contains methodical approaches to the measurement of pollution of environment components (groundwater, soils, atmospheric air) in the zone of influence of the polygons of solid municipal waste, as well as to the evaluation of environmental risk factors of polygons not monitored environment components, or are planned for construction.