

УДК 628.4

DOI: 10.21869/2223-1560-2019-23-2-186-201

## Информационные технологии для оценки риска здоровью населения от выбросов полигона твердых коммунальных отходов

И.О. Кирильчук<sup>1</sup> ✉, О.Е. Кондратьева<sup>2</sup>, О.А. Локтионов<sup>2</sup>, В.В. Юшин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, 305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94

<sup>2</sup> МЭИ, Россия, 111250, Москва, ул. Красноказарменная, 14

✉ e-mail: iraida585@mail.ru

### Резюме

**Цель исследования.** Одной из наиболее актуальных экологических проблем является образование отходов производства и потребления, при этом основная масса отходов не вовлекается во вторичный хозяйственный оборот, а размещается на полигонах и свалках, представляющих серьезную экологическую опасность для окружающей среды и здоровья населения. Авторы статьи обосновывают необходимость применения современных информационных технологий для качественного и количественного анализа состава выбросов, комплексной оценки экологического состояния вблизи источников загрязнения, изучения причинно-следственных связей в системе «окружающая среда – здоровье населения», оценки риска для здоровья с целью последующего обоснования приоритетных управленческих решений по обеспечению экологической безопасности населения.

**Методы.** Основным методом, используемым для оценки негативного воздействия полигона твердых коммунальных отходов на здоровье населения, проживающего в зоне его влияния, является использование концепции оценки и анализа риска.

**Результаты.** Особое внимание в статье уделено анализу информационных технологий, применяемых при оценке риска здоровью населения от выбросов полигонов твердых коммунальных отходов, рассмотрены примеры использования программных продуктов на различных этапах оценки риска здоровью населения от выбросов полигона ТКО г. Курска. Для учета специфических неопределенностей, которые обусловлены особенностями функционирования полигонов твердых коммунальных отходов как источника риска, авторами разработана электронная база данных морфологического состава и объектов размещения ТКО.

**Заключение.** Разработанная база данных позволит максимально нивелировать неопределенности, возникающие при оценке риска здоровью населения от выбросов полигонов твердых коммунальных отходов и, соответственно, повысит объективность получаемых результатов оценки риска.

**Ключевые слова:** твердые коммунальные отходы; полигон; оценка риска здоровью; информационные технологии; неопределенность; база данных.

**Благодарности:** Работа выполнена в рамках Гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых МК-941.2019.5.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Информационные технологии для оценки риска здоровью населения от выбросов полигона твердых коммунальных отходов / И.О. Кирильчук, О.Е. Кондратьева, О.А. Локтионов, В.В. Юшин // Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23, № 2. С. 186-201. DOI: 10.21869/2223-1560-2019-23-2-186-201.

UDC 004.9

DOI: 10.21869/2223-1560-2019-23-2-186-201

## Information Technologies for Assessing the Risk to Public Health from Emissions of Municipal Solid Waste Landfills

Iraida O. Kiril'chuk<sup>1</sup> ✉, Olga E. Kondrat'yeva<sup>2</sup>, Oleg. A. Laktionov<sup>2</sup>,  
Vasily V. Yushin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Southwest State University, 94, 50 Let Oktyabrya str., Kursk, 305040, Russian Federation

<sup>2</sup> National Research University, 14, Krasnoznamennaya str., Moscow, 111250, Russian Federation

✉ e-mail: iraida585@mail.ru

### Abstract

**Purpose of research.** One of the most pressing environmental problems is the formation of production and consumption waste; moreover, the bulk of the waste is not involved in the circular economy but is disposed at landfills and waste dumps that pose a serious ecological hazard to the environment and public health. The authors of the article substantiate the need to apply modern information technologies for a qualitative and quantitative analysis of the composition of emissions, a comprehensive assessment of the environmental state near sources of pollution, a study of cause-effect relationships in the 'environment – public health' system, and health risk assessment for the subsequent justification of the priority management decisions to ensure the environmental health and public safety.

**Methods.** The main method used to assess the negative impact of municipal solid waste landfills on the health of the population living in the areas of their effect is the concept of risk assessment and analysis.

**Results.** Particular attention was paid to the analysis of information technologies used in assessing the risk to public health from emissions of landfills of municipal solid waste; examples of using software products at various stages of assessing the risk to public health from emissions from Kursk landfill were considered. To take into account the specific uncertainties that are due to the peculiarities of the functioning of municipal solid waste landfills as risk sources, the authors developed an electronic database of the municipal solid waste morphological composition and landfill facilities.

**Conclusion.** The developed database will allow us to level the uncertainties that arise in assessing the risk to public health from emissions of municipal solid waste landfills to the extent possible, and, so, increase the objectivity of the obtained risk assessment results.

**Keywords:** municipal solid waste; landfill; assessment of the risk to public health; information technologies; uncertainty; database.

**Acknowledgements:** The reported study was funded by Grant of the President of the Russian Federation for young scientists MK-941.2019.5.

**Conflict of interest.** The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For citation:** Grechukhin A.N., Kuts V.V., Razumov M.S., Vanin I.V. Information Technologies for Assessing the Risk to Public Health from Emissions of Municipal Solid Waste Landfills. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*. 2019, 23(2): 186-201 (In Russ.). DOI: 10.21869/2223-1560-2019-23-2-186-201.

\*\*\*

## Введение

Одной из наиболее значимых экологических проблем является образование отходов производства и потребления. По данным на 2017 г. ежегодно в Российской Федерации образуется примерно 4 млрд. тонн отходов производства и потребления, из которых 55 - 60 млн. тонн составляют твердые коммунальные отходы (ТКО). К сожалению, основная масса ТКО не вовлекается во вторичный хозяйственный оборот, а размещается на полигонах и свалках. Около 15 тыс. санкционированных объектов размещения отходов занимают территорию общей площадью примерно 4 млн. гектаров, и эта территория ежегодно увеличивается на 300 - 400 тыс. гектаров.

Негативными последствиями захоронения ТКО на полигонах являются [1]:

- отчуждение больших участков земли из хозяйственного оборота на длительный срок;

- потеря полезных компонентов ТКО, которые могли бы быть утилизированы;

- возможное загрязнение почвы и грунтовых вод токсичными веществами и ядовитым свалочным фильтратом, выделяющимися из отходов;

- загрязнение атмосферы веществами, входящими в состав биогаза, выделяющегося с тела полигона и являющегося конечным продуктом биотермического анаэробного распада органической составляющей отходов под воздействием микрофлоры;

- периодическое возгорание отходов из-за скопления биогаза в больших количествах.

В этой связи актуальной является **цель данного исследования**, состоящая в оперативной оценке негативного воздействия полигона твердых коммунальных отходов на здоровье населения, проживающего в зоне его влияния, за счет использования концепции оценки и анализа риска [2].

## Материалы и методы решения задачи

Оценка риска для здоровья человека – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиться в результате воздействия факторов среды обитания человека на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции [3].

Оценка риска, как правило, осуществляется в соответствии со следующими этапами.

1. Идентификация опасности – выявление потенциально вредных факторов, оценка связи между изучаемым фактором и нарушениями состояния здоровья человека, достаточности и надежности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды исследуемыми веществами; составление перечня приоритетных химических веществ, подлежащих последующей характеристике.

2. Оценка зависимости "доза - ответ" – выявление количественных связей между показателями состояния здоровья и уровнями экспозиции.

3. Оценка экспозиции химических веществ на человека — характеристика источников загрязнения, маршрутов движения загрязняющих веществ от источника к человеку, пути и точки воздействия, определение доз и концентраций, установление уровней экспозиции.

4. Характеристика риска — анализ всех полученных данных, расчет рисков для популяции и ее отдельных подгрупп, сравнение рисков с допустимыми уровнями, сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их значимости, установление медицинских приоритетов и тех рисков, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня.

Необходимость использования информационных технологий для каче-

ственного и количественного анализа состава выбросов, комплексной оценки экологического состояния вблизи источников загрязнения, изучения причинно-следственных связей в системе «окружающая среда – здоровье населения», оценки риска для здоровья с целью последующего обоснования приоритетных управленческих решений по обеспечению экологической безопасности населения сегодня не вызывает сомнений.

На первом этапе при идентификации опасности рассчитываются выбросы от тела полигона (биогаз) в соответствии с утвержденной методикой [4]. Примерный состав биогаза приведен в таблице 1.

Таблица 1

Среднестатистический состав биогаза

| №  | Компонент          | Весовое содержание в биогазе $C_{вес.i.}, \%$ |
|----|--------------------|---|
| 1  | Метан              | 52,915  |
| 2  | Толуол             | 0,723   |
| 3  | Аммиак             | 0,533   |
| 4  | Ксилол             | 0,443   |
| 5  | Углерода оксид     | 0,252   |
| 6  | Азота диоксид      | 0,111   |
| 7  | Формальдегид       | 0,096   |
| 8  | Этилбензол         | 0,095   |
| 9  | Ангидрид сернистый | 0,070   |
| 10 | Сероводород        | 0,026   |

Рассмотрим программные продукты, реализующие, в том числе, методику расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых ком-

мунальных отходов [5]. К таким программным продуктам можно отнести программный комплекс «Эколог» производства фирмы «Интеграл», экологический программный комплекс «Роса»,

производителем которого является ООО «Предприятие "ЛиДа инж.», программный комплекс «Эра-Воздух» НПП «Логос-Плюс», программный комплекс «Чистый воздух» фирмы «Лазурит», а также УПРЗА «ЭКО Центр», разработанную ООО «ЭКО центр» г. Воронеж.

Наиболее распространенным на территории РФ являются программные комплексы фирмы «Интеграл» и ООО «ЭКО Центр», в связи с этим остановимся более подробно на рассмотрении функциональных возможностей данных программных продуктов.

Программный комплекс «Эколог»  
(Фирма «Интеграл»).

Программы расчета валовых выбросов позволяют автоматизированно рассчитать состав и количество (г/с и т/год) выбрасываемых в атмосферу примесей от различных производств. Программы снабжены удобными средствами управления: диалоговые окна, списки для выбора, кнопки обработки, меню-закладки. Данный программный продукт кроме расчетов валовых выбросов позволяет:

- рассчитывать приземные концентрации как отдельных веществ, так и групп веществ с суммирующим вредным действием;

- определять границы нормативных санитарно-защитных зон;

- заносить и редактировать карту-схему предприятия и местности, на которую будут нанесены результаты расчета рассеивания;

- выдавать карты изолиний приземных концентраций вредных веществ

на местности в пользовательском масштабе.

Печать отчетов производится как на принтер, так и в файл. Объем отчета регулируется пользователем.

Экологический программный комплекс «Роса» (ООО «Предприятие "ЛиДа инж.»).

Программа создана с использованием современных технологий программирования и передовых средств разработки программного обеспечения, использует эффективные системы хранения, обработки и представления информации. Программа разработана с учетом многолетнего собственного опыта подготовки экологической проектной документации.

Интерфейс, дизайн и функциональные возможности программы отвечают требованиям современных пользователей к профессиональному программному обеспечению. Программа работает в операционных системах семейства Windows, включая Windows Vista.

Программный комплекс «Эра-Воздух» (НПП "Логос-Плюс").

К достоинствам ПК «ЭРА-Воздух» относятся:

- единая управляющая оболочка, объединяющая расчет выбросов загрязняющих веществ, проведение инвентаризации источников загрязнения атмосферы, расчет концентраций, допустимых выбросов;

- оформление документов в формате Microsoft Word и Microsoft Excel;

- автоматическое заполнение таблиц инвентаризации результатами рас-

четов выбросов ЗВ в атмосферный воздух по методикам от различных производств;

– встроенный графический редактор (ГИС-модуль), который предоставляет широкие возможности построения карт-схем местности с нанесенными на них результатами расчетов загрязнения атмосферного воздуха [6];

– «визуальный» ввод ИЗА любого типа (точечный, линейный, площадной);

– различные варианты автоматического построения нормативной и расчетной санитарно-защитной зоны.

#### Программный комплекс

#### «Чистый воздух» (фирма "Лазурит")

Программный комплекс фирмы "Лазурит" «Чистый воздух» предназначен для автоматизации наиболее трудоемких и часто повторяющихся видов работ экологических, производственных и экономических служб промышленных предприятий, контроля воздействия на атмосферный воздух и принятия управленческих, проектных, технических, технологических и инвестиционных решений в области охраны атмосферного воздуха.

Основной упор при разработке программы сделан на стандартизацию, унификацию и автоматизацию обработки данных, формирования таблиц и пояснительной записки проекта. Удобство работы с программным комплексом достигается за счет того, что в нем используются стандартные элементы управления Windows.

#### УПРЗА «ЭКО центр»

Программа включает в себя много различных методик для расчета. Данные методики предназначены для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от различных предприятий и источников. Например, рассчитать выброс загрязняющих веществ от полигонов ТКО можно с помощью программы Полигон ТБО 1.0. Кроме того, программа позволяет рассчитать приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с методикой, утвержденной приказом Минприроды России от 06.06.2017 N 273.

Встроенные средства создания и редактирования графической топоосновы в географической системе координат позволяют без труда привязать растры из программы Google Earth Pro; строить санитарно-защитные (буферные) зоны; работать с источниками выброса, фоновыми постами, расчетными площадками и точками непосредственно на карте.

#### **Результаты и их обсуждение**

В таблицу 2 сведен сравнительный анализ рассмотренных программных продуктов.

В качестве примера рассмотрим полигон расчет выброса от полигона ТКО г. Курска (рис.1).

Исходные данные для расчета полигона ТКО г. Курска представлены в таблице 3.

Таблица 2

Сравнительный анализ программных продуктов в области  
воздухоохранной деятельности

| Программный продукт | Разработчик | Цена, руб. | Наличие скидки | Открытый доступ | Формы | Совместимость с другими программами | Демо-версия | Согласование | Возможности | Видеоуроки | Примечание                   |
|---------------------|-------------|------------|----------------|-----------------|-------|-------------------------------------|-------------|--------------|-------------|------------|------------------------------|
| ЭПК РОСА            | «ЛиДа инж.» | От 30 000  | До 90%         | -               | +     | +                                   | +           | +            | +           | -          | Обучение проектировщиков     |
| УПРЗА «Эколог»      | «Интегралл» | От 20 000  | +              | -               | +     | +                                   | +           | +            | +           | -          | Курсы, семинары              |
| ПК «Эра-Воздух»     | «ЛОГ УС»    | От 30 000  | До 75%         | -               | +     | +                                   | -           | +            | +           | -          | Платное обучение работе в ПП |
| УПРЗА «ЭКО центр»   | «ЭКО центр» | -          | -              | +               | +     | +                                   | -           | +            | +           | +          |                              |

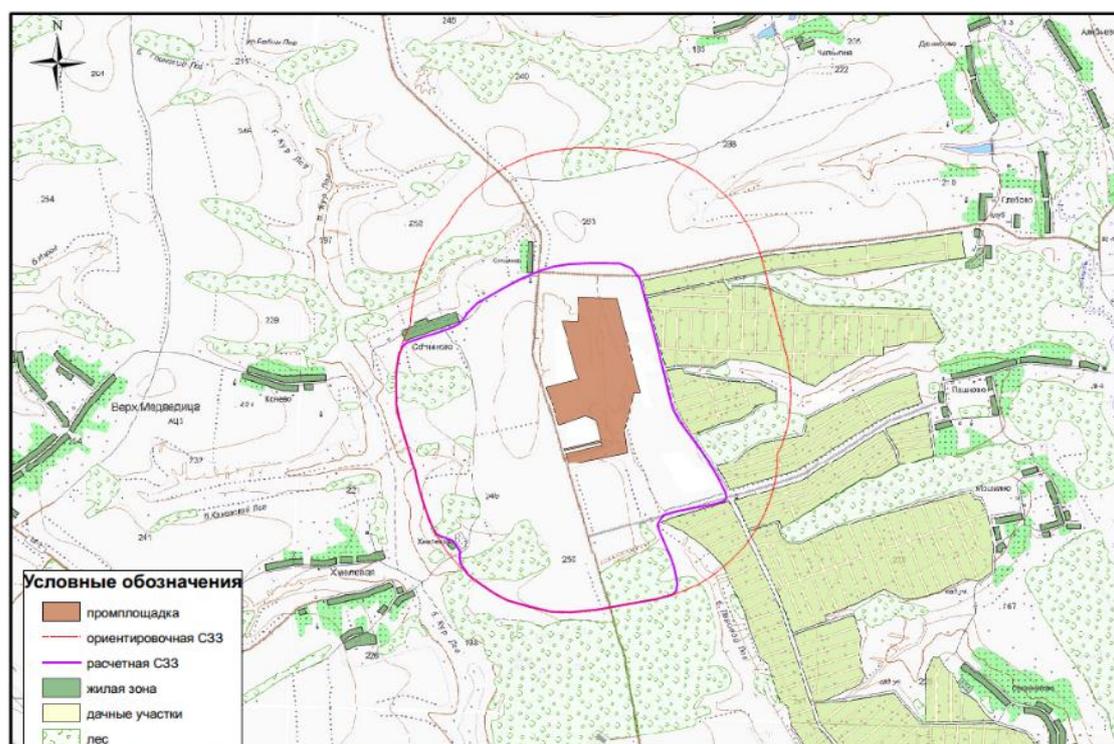


Рис. 1. Ситуационный план района расположения полигона ТКО г. Курска

Таблица 3

## Параметры полигона ТКО г. Курска

| Расчётный параметр               | Единица | Значение |
|----------------------------------|---------|----------|
| Период функционирования полигона | лет     | 37       |
| Количество отходов в год         | т       | 211445   |
| Органические составляющие        | %       | 43       |
| Жироподобные вещества            | %       | 2        |
| Углеродоподобные вещества        | %       | 71       |
| Белковые вещества                | %       | 12       |
| Влажность                        | %       | 61       |

Расчет выбросов от полигона ТКО осуществляется с помощью программы Полигон ТБО 1.0.1, разработанной ООО «ЭКО центр». Результаты расчета представлены в таблице 4.

На третьем этапе оценки риска здоровью населения (оценка экспозиции химических веществ на человека) осуществляется расчет концентраций приоритетных химических веществ путем

моделирования рассеивания выбросов. Для этих целей применяются те же программные продукты, что используются для расчета валовых выбросов от различных производств (табл.1). На основе расчета приземной концентрации в дальнейшем определяется канцерогенный (рис.2) и неканцерогенный риск для здоровья населения от воздействия выбросов полигона ТКО.

Таблица 4

## Количественный состав выбросов полигона ТКО

| Наименование веществ | Выброс вещества |          | %      |
|----------------------|-----------------|----------|--------|
|                      | г/сек           | т/год    |        |
| Метан                | 447,164         | 7683,666 | 95,709 |
| Толуол               | 6,1098          | 104,985  | 1,308  |
| Аммиак               | 4,504           | 77,395   | 0,964  |
| Ксилол               | 3,743           | 64,327   | 0,801  |
| Углерод оксид        | 2,610           | 38,385   | 0,478  |
| Азота диоксид        | 1,065           | 17,005   | 0,212  |
| Формальдегид         | 0,811           | 13,939   | 0,174  |
| Этилбензол           | 0,802           | 13,794   | 0,172  |
| Сера диоксид         | 0,609           | 10,318   | 0,129  |
| Сероводород          | 0,219           | 3,775    | 0,047  |



Рис. 2. Пространственное распределение уровней индивидуального канцерогенного риска от воздействия формальдегида

Вместе с тем, в ходе оценки рисков здоровью населения на каждом этапе могут возникать неопределенности, которые во многом определяются характером источника загрязнения (например, полигон ТКО) и особенностями территории, где проживает население. Естественно, что наличие таких неопределенностей может потребовать либо внесения корректировок в процессы расчета параметров риска с использованием существующих информационных технологий, либо разработки новых.

Рассмотрим неопределенности, которые были выявлены при оценке риска

здоровью населения от выбросов полигона ТКО г. Курска [7].

1. Идентификация опасности. К неопределенностям, имеющим место на данном этапе оценки риска, можно отнести следующие:

– сведения о количественных критериях, необходимых для последующего анализа риска для здоровья (референтные дозы и концентрации, факторы канцерогенного потенциала), представлены в соответствии с руководством [3], однако по ряду веществ в нем сведения устарели (например, толуол, ксилол);

– отсутствуют данные по фоновым среднегодовым концентрациям;

– сведения по количественному составу выбросов во многом зависят от объема отходов на полигоне, информация о котором предоставляется владельцем полигона и не всегда соответствует действительности;

– объем выделяющегося биогаза во многом зависит от компонентного состава ТКО, определением которого в г. Курске никто не занимался;

– компонентный состав отходов в теле полигона может существенно меняться с течением времени в зависимости от различных факторов, например, возгорания отходов на полигонах.

2. Оценка зависимости "доза - ответ". К неопределенностям, имеющим место на данном этапе оценки риска, можно отнести следующие: не учитывается возможность трансформации веществ, способная привести к изменению количества, концентрации веществ и потенциального воздействия на здоровье, но методически и законодательно данная процедура не оформлена.

3. Оценка экспозиции химических веществ на человека. К неопределенностям данного раздела следует отнести:

– отсутствие четкого нормативно-методического определения пригодности методик моделирования рассеивания химических веществ в атмосфере для целей оценки риска для здоровья;

– существует опасность завышения получаемых расчетных концентраций, которое приведет к завышению потен-

циального риска для здоровья и неоправданным затратам на оздоровительные и природоохранные мероприятия.

#### 4. Характеристика риска.

– отсутствуют данные по фоновым среднегодовым концентрациям;

– не учитывается возможность трансформации веществ.

Рассмотрим неопределенность, связанную с влиянием компонентного состава отходов на объем биогаза.

Органические вещества, содержащиеся в отходах, обладают различной интенсивностью разложения [8] и, соответственно, делятся на быстрорастворимые, среднерастворимые и медленнорастворимые (табл.5).

Удельный выход биогаза за период его активной стабилизированной генерации при метановом брожении определяется [4] по уравнению

$$Q_w = 10^{-6} \cdot R \cdot (100 - W) \\ (0,92 \cdot Ж + 0,62 \cdot У + 0,34 \cdot Б),$$

где  $Q$  – удельный выход биогаза за период его активной генерации, кг/кг;

$W$  – влажность отходов, %;

$R$  – содержание органической составляющей в отходах, %;

$Ж$  – содержание жироподобных веществ в органике отходов (определяется методом экстрагирования), %;

$У$  – содержание углеводородных веществ в органике отходов (определяется методом гидролиза), %;

$Б$  – содержание белковых веществ в органике отходов (определяется по методике), %.

Таблица 5

Виды отходов по интенсивности разложения и содержанию биоразлагаемого углерода

| Тип отходов         |                                   | Содержание биоразлагаемого углерода, % масс |
|---------------------|-----------------------------------|---|
| Быстроразлагаемые   | Пищевые отходы                    | 15  |
| Среднеразлагаемые   | Растительные отходы               | 20  |
|                     | Другое (подгузники, отсев и т.д.) | 10  |
| Медленноразлагаемые | Бумага, картон                    | 40  |
|                     | Текстиль                          | 24  |
|                     | Дерево                            | 43  |

Таким образом, можно считать, что от морфологического состава отходов зависит интенсивность образования и выделения биогаза и в зависимости от него и от климатических условий колеблется продолжительность периода стабилизированного активного выхода биогаза.

Для определения  $R$ ,  $Ж$ ,  $У$  и  $Б$  должны отбираться пробы отходов и проводиться соответствующие анализы. На практике, при расчете выхода биогаза от тела полигона принимаются данные, приведенные в методике [4] ( $R = 55\%$ ,  $Ж = 2\%$ ,  $У = 83\%$ ,  $Б = 15\%$ ,  $W = 47\%$ ). Это обосновывается тем, что в методике приводится очень спорное утверждение, что морфологический состав ТКО для различных регионов РФ примерно одинаков и мало отличается от состава ТКО, полученного по усредненным данным исследований по Московскому региону. На самом деле, в разных регионах морфологический состав ТКО сильно отличается. Так содержание пищевых отходов может меняться от 5% (г. Санкт-Петербург, 2009 г.) до

44% (г. Тольятти), полимеров от 3% (г. Тюмень) до 41% (г. Москва, 2001 г.), стекла от 2,5% (г. Ставрополь) до 16,8% (г. Архангельск) [9]. Для решения данной проблемы разработана электронная база данных морфологического состава и объектов размещения ТКО.

В широком смысле слова база данных (БД) – это совокупность сведений о конкретных объектах. При создании базы данных в основном преследуется цель упорядочить данные по различным признакам, чтобы иметь возможность быстро извлекать нужную информацию. В современной технологии баз данных предполагается, что создание БД, ее поддержка, управление, а так же доступ пользователей к самим данным осуществляется с помощью специальных программных продуктов – систем управления базами данных (СУБД) [10].

Разработанная база данных содержит (табл.6) сведения о населенном пункте (климатическая зона, область, численность населения, прожиточный минимум), полигоне (ах), куда вывозятся ТКО, и усредненном морфологиче-

ском составе ТКО для данного региона (населенного пункта), взятом из официальных открытых источников (региональные программы в области обращения с отходами, территориальные схемы обращения с отходами, диссертации, статьи и т.д.).

Данные, хранящиеся в разработанной базе данных, распределены по сле-

дующим таблицам: Климатическая Зона, Округ, Зона Округа, Область, Населенный Пункт, Полигон, Компонент, Процентный Состав. Структура некоторых таблиц и описание их столбцов представлены в таблице 7. Схема данных разработанной БД представлена на рисунке 3.

Таблица 6

Фрагмент реляционной таблицы

| Климатические Зоны       | Округи      | Области | Населенные пункты | Численность населения | Прожиточный минимум | Полигоны                    | Компоненты | Процентный состав |
|--------------------------|-------------|---------|-------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|------------|-------------------|
| Умеренно-континентальный | Центральный | Курская | Курск             | 500000                | 7500                | АО «САБ по уборке г. Курска | Бумага     | 2                 |

Таблица 7

Макеты таблиц разработанной базы данных

| Имя поля (Field name)              | Тип Данных (data type) | Размер (size) | Ключ (key) |
|------------------------------------|------------------------|---------------|------------|
| Макет таблицы «Климатическая Зона» |                        |               |            |
| Код Зоны                           | Счетчик                | Длинное целое | Да         |
| Название                           | Текстовый              | 255           | Нет        |
| Макет таблицы «Округ»              |                        |               |            |
| Код Округа                         | Счетчик                | Длинное целое | Да         |
| Название                           | Текстовый              | 255           | Нет        |
| Макет таблицы «Зона Округа»        |                        |               |            |
| Код Зоны Округа                    | Счетчик                | Длинное целое | Да         |
| Код Зоны                           | Числовой               | Длинное целое | Нет        |
| Код Округа                         | Числовой               | Длинное целое | Нет        |
| Макет таблицы «Область»            |                        |               |            |
| Код Области                        | Счетчик                | Длинное целое | Да         |
| Наименование                       | Текстовый              | 255           | Нет        |
| Код Округа                         | Числовой               | Длинное целое | Нет        |

| Имя поля<br>(Field name)        | Тип Данных<br>(data type) | Размер<br>(size)             | Ключ<br>(key) |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------|
| Макет таблицы «НаселенныйПункт» |                           |                              |               |
| КодПункта                       | Счетчик                   | Длинное целое                | Да            |
| НазваниеПункта                  | Текстовый                 | 255                          | Нет           |
| КодОбласти                      | Числовой                  | Длинное целое                | Нет           |
| Макет таблицы «Полигоны»        |                           |                              |               |
| КодПолигона                     | Счетчик                   | Длинное целое                | Да            |
| Название                        | Текстовый                 | 255                          | Нет           |
| Оператор                        | Текстовый                 | 255                          | Нет           |
| КодПункта                       | Числовой                  | Длинное целое                | Нет           |
| Макет таблицы «Компоненты»      |                           |                              |               |
| КодКомпонента                   | Счетчик                   | Длинное целое                | Да            |
| НаваниеКомпонента               | Текстовый                 | 255                          | Нет           |
| Макет таблицы «ПроцентыйСостав» |                           |                              |               |
| КодСостава                      | Счетчик                   | Длинное целое                | Да            |
| КодКомпонента                   | Числовой                  | Длинное целое                | Нет           |
| КодПолигона                     | Числовой                  | Длинное целое                | Нет           |
| Процент                         | Числовой                  | Одинарное с плавающей точкой | Нет           |

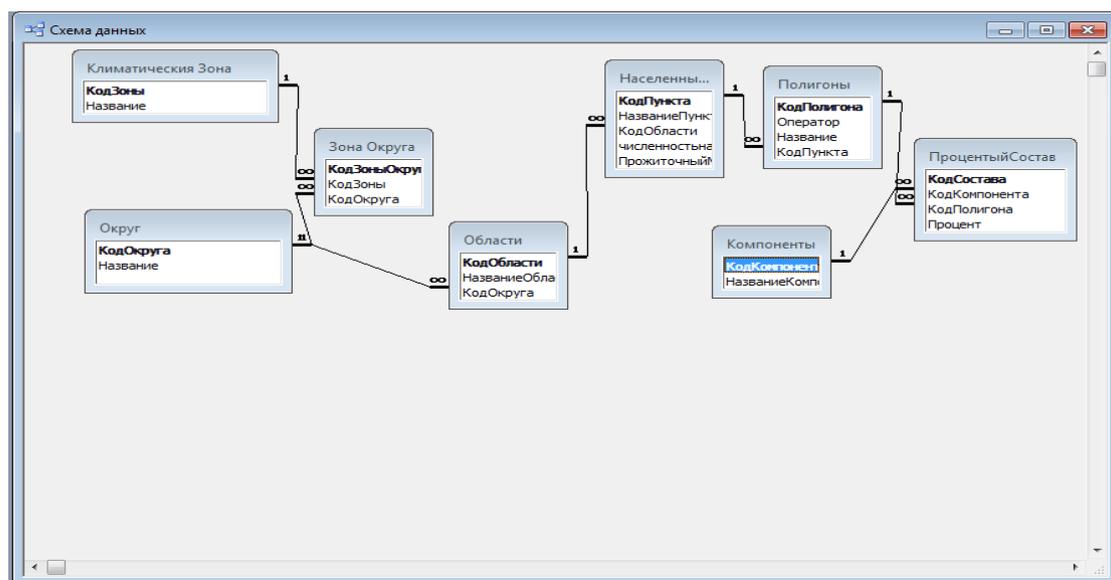


Рис. 3. Структура базы данных морфологического состава и объектов размещения ТКО

## Выводы

Использование разработанной базы данных при оценке риска здоровью населения заключается в следующем. При идентификации опасности проектировщик рассчитывает валовые выбросы загрязняющих веществ от тела полигона (выход биогаза) с использованием приведенных выше программных продуктов. При этом содержание органической составляющей в отходах R будет приниматься не из методики [4] ( $R = 55\%$ ), а на основании данных, взятых из предлагаемой базы данных, с учетом содержания в каждом компоненте ТКО биоразлагаемого углерода (см. табл. 5).

В случае, если в базе данных нет сведений ни по данному населенному

пункту, ни по объекту размещения отходов (полигону), то пользователь выбирает из базы данных населенный пункт, в максимальной мере соответствующий рассматриваемому по численности, прожиточному минимуму и климатической зоне, и соответственно принимает по нему морфологический состав отходов.

Таким образом, разработанная база данных морфологического состава и объектов размещения ТКО позволит, если не устранить, то максимально нивелировать неопределенности, возникающие при оценке риска здоровью населения от выбросов полигонов ТКО и, соответственно, повысит объективность получаемых результатов оценки риска.

## Список литературы

1. О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176. Доступ из Справочно-правовой системы «Гарант».
2. Мальцева В.С., Юшин В.В. Анализ экологической ситуации в городе Курске // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2014. № 1. С. 105-113.
3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р.2.1.10.1920–04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
4. Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов. М.: Москва, 2004. 48 с.
5. Информационные технологии в охране окружающей среды / И.О. Кирильчук, В.М. Попов, В.В. Юшин, В.В. Протасов. Курск, 2015. 212 с.
6. Чепиков Н.А., Рыкунова И.О., Юшин В.В. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга региона с использованием IDEF-моделирования и ГИС // Известия Юго-Западного государственного университета. 2012. №1 (40). С. 219-228.

7. Особенности процедуры оценки риска негативного воздействия объектов размещения отходов на окружающую среду и здоровье населения / В.В. Юшин, В.М. Попов, И.О. Кирильчук, А.Ю. Коровина // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2018. № 3 (28). С. 36-49.

8. Управление метановым потенциалом ТБО путем их предварительной обработки / Г.В. Ильиных, Н.Н., Слюсарь Я.И. Вайсман, Ю.Б. Матвеев, А.Ю. Пухнюк // Экология и промышленность России. 2013. № 11. С. 38–42.

9. Ильиных Г.В. Геоэкологическая оценка технологий обработки твердых коммунальных отходов различного компонентного состава: дис... канд. техн. наук. М., 2016. 176 с.

10. Кирильчук И.О., Попов В.М., Юшин В.В. Основные подходы к разработке и построению автоматизированных информационно-аналитических систем управления отходами // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. №1 (18). С. 85-90.

Поступила в редакцию 27.02.2019

Подписана в печать 28.03.2019

### Reference

1. Decree of the President of the Russian Federation of 19.04.2017 № 176 " On the Strategy of environmental security of the Russian Federation for the period up to 2025 ". Legal System"Garant".

2. Maltsev S. V., Yushin V. V. Analiz ekologicheskoy situatsii v gorode Kurske. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*, 2014, no. 1, pp. 105-113 (In Russ.).

3. Guidelines for the assessment of public health risks from exposure to chemicals that pollute the environment. R. 2.1.10.1920-04. Moscow, 2004. 143 p. (In Russ.).

4. Method of calculation of quantitative characteristics of emissions of pollutants into the atmosphere from landfills of solid domestic and industrial waste. Moscow, 2004, 48 p. (In Russ.).

5. Kirilchuk I. O., Popov V. M., Yushin V. V., Protasov V.V. *Informatsionnyye tekhnologii v okhrane okruzhayushchey sredy. Kursk*, 2015, 212 p. (In Russ.).

6. Chepikov N. A., Rykunova I. O., Yushin V. V. *Sovershenstvovaniye sistemy sotsial'no-gigiyenicheskogo monitoringa regiona s ispol'zovaniyem IDEF-modelirovaniya i GIS. Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*, 2012, no.1 (40), pp. 219-228 (In Russ.).

7. Yushin V. V., Popov V. M., Kirilchuk I. O., Korovina A. Yu. *Osobennosti protsedury otsenki riska negativnogo vozdeystviya ob'yektov razmeshcheniya otkhodov na okruzhayushchuyu sredy i zdorov'ye naseleniya. Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo univer-*

*siteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*, 2018, no. 3 (28), pp. 36-49 (In Russ.).

8. Ilyin, G. V., Slyusar N. N., Vaysman Ya. I., Matveev Yu. b., Puntuk, A. Yu. Upravleniye metanovym potentsialom TBO putem ikh predvaritel'noy obrabotki. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2013, no. 11, pp. 38-42 (In Russ.).

9. Ilyin, G. V. Geoekologicheskaya otsenka tekhnologiy obrabotki tver-dykh kommunal'nykh otkhodov razlichnogo komponentnogo sostava. Diss. cand. tech sciences. Moscow, 2016, 176 p. (In Russ.).

10. Kirilchuk I. O., Popov V. M., Yushin V. V. Osnovnyye podkhody k razrabotke i postroyeniyu avtomatizirovannykh informatsionno-analiticheskikh sistem upravleniya otkhodami. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie = Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computing engineering, Information science. Medical instruments engineering*. 2016, no.1 (18), pp. 85-90 (In Russ.).

Received 27.02.2019

Accepted 28.03.2019

---

### Информация об авторах / Information about the Authors

**Ираида Олеговна Кирильчук**, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и окружающей среды, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: iraida585@mail.ru

**Iraida O. Kirilchuk**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Labour and Environmental Protection, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: iraida585@mail.ru

**Ольга Евгеньевна Кондратьева**, доктор технических наук, доцент, завкафедрой инженерной экологии и охраны труда, МЭИ, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: KondratyevaOYe@mpei.ru

**Olga E. Kondratieva**, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Environmental Engineering and Labour Protection Department, MPEI, Moscow, Russian Federation, e-mail: KondratyevaOYe@mpei.ru

**Олег Александрович Локтионов**, аспирант, МЭИ, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: loktionovoa@yandex.ru

**Oleg A. Laktionov**, Post-Graduate Student, MPEI, Moscow, Russian Federation, e-mail: loktionovoa@yandex.ru

**Василий Валерьевич Юшин**, кандидат технических наук, доцент, завкафедрой охраны труда и окружающей среды, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: otios@mail.ru

**Vasily V. Yushin**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Department of Labour and Environmental Protection, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: ushinvv@mail.ru