

УДК 504.064

## **ОЦЕНКА ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ПРЕДПРОЕКТНОЙ СТАДИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТА ПО ЗАХОРОНЕНИЮ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

**Еланцева Е.Н., Костарев С.Н., Серeda Т.Г.**

*ФГБОУВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия (614990 Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29), e-mail: stg41@mail.ru*

---

Статья посвящена проведению экспериментальных исследований по определению ориентировочных значений фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в районе предполагаемого строительства полигона твердых бытовых отходов. Путем проведения предварительных расчетов рассеивания были выявлены приоритетные вещества, для которых необходимо определять их фоновую концентрацию. Для выбранных веществ проведен ряд натурных замеров концентраций в атмосферном воздухе. По результатам замеров определены наиболее вероятные законы распределения случайных величин. Определены квоты загрязнения атмосферного воздуха полигоном твердых бытовых отходов на основе существующих санитарных нормативов качества атмосферного воздуха.

---

Ключевые слова: фоновые концентрации, полигон твердых бытовых отходов (ТБО), мониторинг, атмосферный воздух.

## **EXPERIMENTAL STUDIES TO ASSESS THE BACKGROUND CONTENT OF PRIORITY CONTAMINANTS IN ATMOSPHERIC AIR AT THE PRELIMINARY STAGES OF CONSTRUCTION OF LANDFILL SOLID WASTE DISPOSAL**

**Elantseva E.N., Kostarev S.N., Sereda T.G.**

*Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education "Perm National Research Polytechnic University", Perm, Russia (614990 Russia, Perm, Komsomolsky prospekt, 29), e-mail: stg41@mail.ru*

---

This article focuses on the pilot study to determine the standard values of the background concentrations of priority pollutants in the ambient air in the vicinity of the proposed construction landfill. By preliminary calculations of the dispersion of pollutants in the air and analysis of the regulatory and reference books have been identified substances for which it is necessary to determine their background concentration, and for which the territorial government's monitoring service monitoring is not carried out. For selected substances a number of field measurements of concentrations in ambient air. According to the results of measurements determined the most probable distributions of the values obtained and draw conclusions on the possible factors contributing to the formation of a distribution. A quota of air pollution solid waste landfill based on the existing sanitary standards of air quality.

---

Keywords: background concentrations, solid waste landfill (MSW), monitoring, atmospheric air.

При проведении оценки возможности проектирования промышленных и иных хозяйственных объектов, оказывающих вредное воздействие на качество атмосферного воздуха, должен учитываться фоновый уровень загрязнения атмосферного воздуха и прогноз изменения его качества при осуществлении указанной деятельности. Это обстоятельство нашло отражение в нормативно-методической литературе, регламентирующей проведение проектных работ, а также в основополагающих правовых документах [1,8].

Фоновая концентрация для промышленного объекта представляет собой загрязнение атмосферы на территории, где находится данный объект, созданное другими объектами, исключая данный. В случае проектируемого объекта в качестве фоновой имеется в виду

концентрация, образованная существующими объектами. Значения фоновой концентрации можно определить расчетным или экспериментальным путем. В подавляющем большинстве случаев нет возможности рассчитать фоновую концентрацию по формулам, приняв во внимание все многочисленные источники загрязнения атмосферы, включая автотранспорт, а также трансграничные потоки загрязняющих веществ. Это связано с высокой степенью хозяйственной освоенности территорий, сложностью динамического учета неодновременности работы существующих промышленных и иных объектов, а также источников загрязнения атмосферы внутри каждого такого объекта. Поэтому в таких случаях фоновое загрязнение учитывают, определяя его на основе экспериментальных данных по согласованию с действующими государственными органами в области гидрометеорологии, контроля природной среды и здравоохранения.

Целью настоящих исследований являлись оценка фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на предпроектной стадии строительства полигона ТБО и определение закона распределения случайной величины на основе полученных экспериментальных данных.

Согласно [5] определено условие, определяющее необходимость учета фоновых концентраций конкретного вещества:

$$q_{м, пр. j} > 0,1, \quad (1)$$

где  $q_{м, пр. j}$  (в долях ПДК) – величина наибольшей приземной концентрации  $j$ -го загрязняющего вещества, создаваемая (без учета фона) выбросами рассматриваемого хозяйствующего субъекта на границе ближайшей жилой застройки в зоне влияния выбросов субъекта.

По результатам предварительно проведенного расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для полигона ТБО без учета фоновых концентраций определяют вещества, концентрация которых на границе ближайшей жилой застройки в зоне влияния выбросов превышает 0,1 ПДК [6]. В каждом конкретном случае перечень таких веществ может быть разным, это зависит от мощности полигона, морфологического состава отходов, технологии захоронения отходов, размера расчетной санитарно-защитной зоны, географических и метеорологических условий местности и многих других факторов [7]. Например, для проектируемого полигона ТБО в Кетовском районе Курганской области указанному условию удовлетворяет дигидросульфид (сероводород). Для некоторых веществ превышение 0,1 ПДК на границе жилой застройки не наблюдается, однако они являются специфическими для полигона ТБО. Так, по данным [4], наибольшей удельной концентрацией в среднестатистическом составе биогаза, выделяемого полигоном, обладают метан (52,915 %), метилбензол (толуол) (0,723 %), аммиак (0,533 %).

Ни один из отобранных загрязнителей не входит в перечень веществ, за которыми ведет многолетние наблюдения государственная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в данном районе. С учетом того, что какие-либо иные наблюдения могут дать только приблизительную оценку фоновому загрязнению на период замеров и от года к году средние концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе могут изменяться по причинам колебаний метеорологических условий, непостоянности и изменчивости трансграничных переносов, появлений, перемещений и ликвидаций некоторых природных и техногенных источников загрязнения атмосферы, заключения о степени воздействия полигона на атмосферный воздух по результатам наблюдений за содержанием этих веществ в атмосферном воздухе до строительства и после введения полигона ТБО, поэтому необходимо создать модель, учитывающую эти факторы, а для этого необходимы натурные исследования.

По приоритетным для характеристики уровня загрязненности атмосферы региона веществам государственными территориальными органами по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды ведутся многолетние наблюдения, дающие возможность наиболее точной оценки фоновой концентрации. В случае проектирования отдельных объектов, например, таких, как полигон ТБО, возникает необходимость получения информации о фоновом содержании в атмосферном воздухе специфических загрязняющих веществ, за которыми наблюдения специализированной территориальной службой не ведутся. Ввиду невозможности определения концентраций требуемых веществ и расчетным способом в силу приведенных выше причин, а также отсутствия времени для проведения многолетних наблюдений, остается определять их экспериментальным путем.

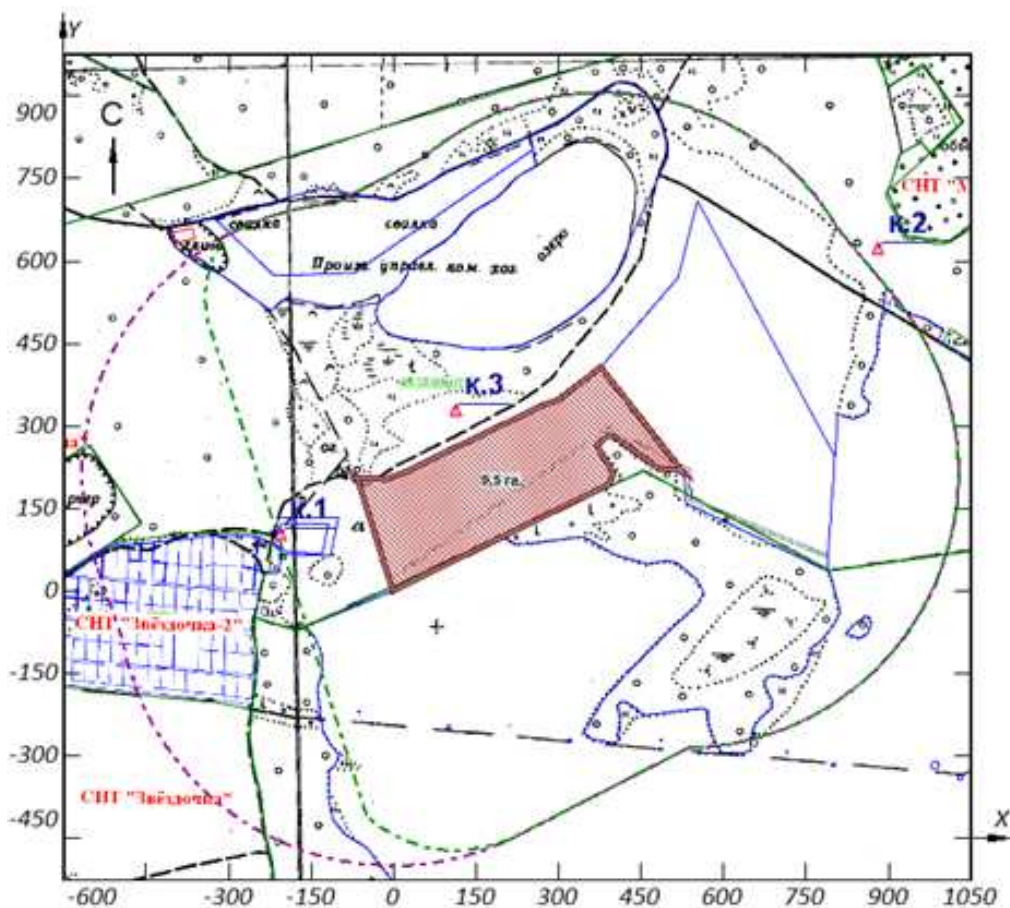
Для систематизации и оценки уровня загрязнения атмосферы за рассматриваемый период обычно применяются такие статистические характеристики, как среднее арифметическое значение концентрации примеси, среднеквадратическое отклонение результатов измерений от среднего арифметического, максимальное значение концентрации примеси, коэффициент вариации, показывающий долю изменчивости от среднего арифметического значения [2,3]. Среднее арифметическое значение концентрации примеси является основным показателем загрязнения атмосферы. Кроме этого, с целью характеристики наибольшего за рассматриваемый период времени загрязнения атмосферы в реальных условиях определяют максимальную из разовых концентрацию примеси.

В данном случае проводились исследования по замеру концентраций требуемых специфических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и последующее нахождение наиболее вероятных диапазонов значений фоновых концентраций.

Показательность исследований состояния загрязнения атмосферного воздуха в предполагаемом районе размещения полигона ТБО зависит от правильности расположения контрольных точек для замеров. Из-за постоянного перемешивания воздуха уровень загрязнения будет определяться всеми существующими источниками выбросов на исследуемой территории. Поскольку задачей замеров является установить уровень загрязнения воздуха, характерный для данного района в целом, в наших исследованиях, контрольные точки выбраны как на участках местности вблизи существующих источников выброса веществ, аналогичных выбросам проектируемого полигона, так и на участках, отдаленных от таких источников и приближенных к жилью и прочим нормируемым территориям. В таком случае будут определены усредненные, наиболее характерные для данного района фоновые концентрации. Каждая точка находилась на открытой проветриваемой площадке с тем, чтобы не допустить завышения или занижения результатов замеров из-за застоя воздушной массы или, наоборот, поглощения загрязнений листвой густо растущих растений.

В настоящих исследованиях использовался газоанализатор ГАНК-4 для аспирационного отбора проб атмосферного воздуха, позволяющий быстро и качественно определять концентрации широкого спектра веществ. На рисунке 1 показаны места расположения точек контроля качества атмосферного воздуха (к.1, к.2, к.3) для проектируемого полигона ТБО. Две точки выбраны с западной и восточной сторон от территории планируемого строительства, в непосредственной близости к садовым участкам, к качеству атмосферного воздуха которых предъявляются особые санитарно-гигиенические требования. Так, в местах массового отдыха населения концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не должны превышать 0,8 ПДК. После введения в эксплуатацию полигона точки мониторинга будут находиться на границе ближайших нормируемых территорий, поэтому сравнение значений концентраций специфических веществ в таких точках на предпроектной и эксплуатационной стадиях в целях мониторинга будет наиболее показательным.

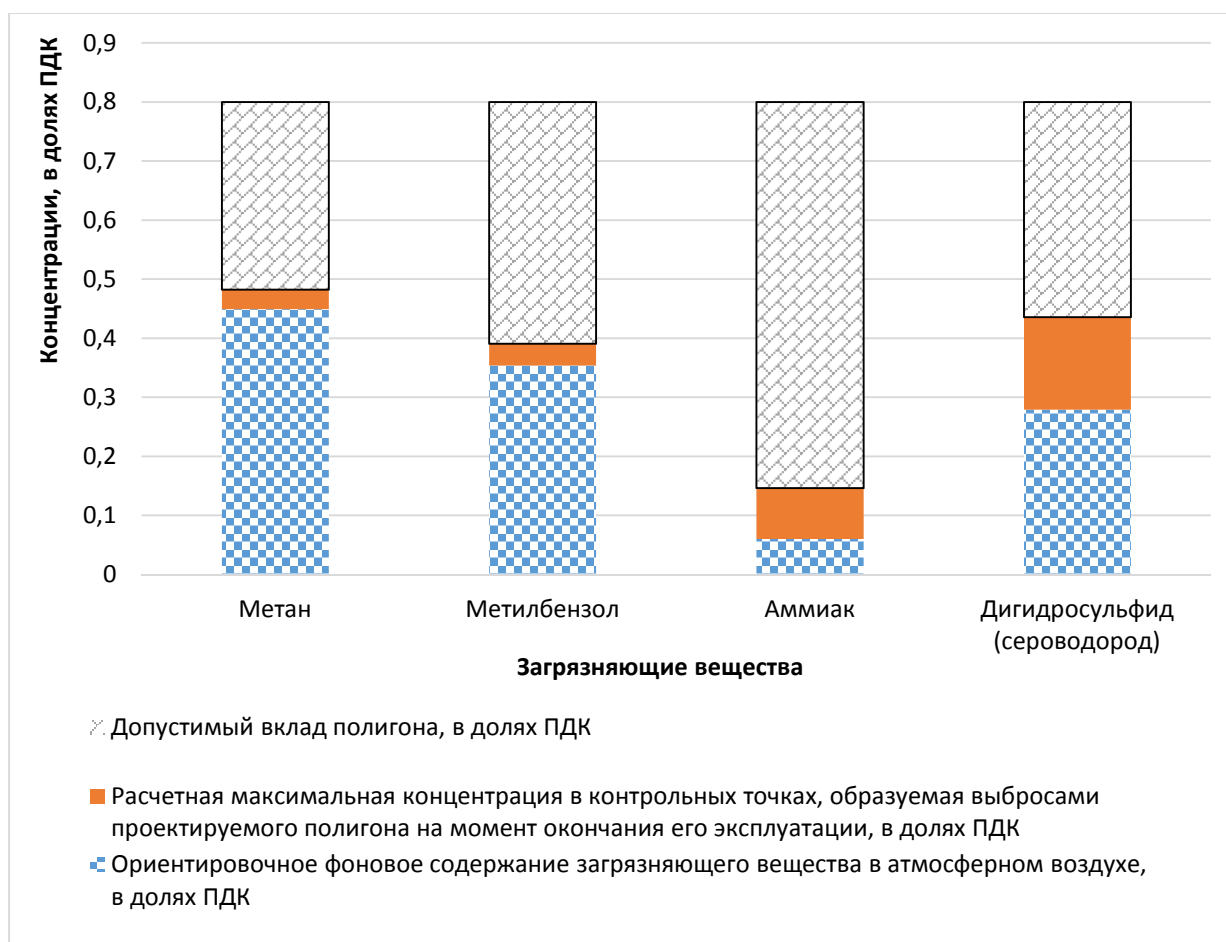
Для каждого из четырех веществ (дигидросульфид (сероводород), аммиак, метан, метилбензол (толуол)) были проведены замеры в трех контрольных точках, расположенных с западной, северной и восточной сторон от места проектируемого полигона ТБО (с южной стороны жилая застройка и прочие нормируемые территории отсутствуют), при этом в каждой контрольной точке отобраны пять проб.



*Рисунок 1. Расположение точек контроля качества атмосферного воздуха для проектируемого полигона ТБО (пос. Кетово Курганской обл.)*

Таким образом, для каждого вещества была сформирована выборка из 15 значений концентраций.

Обобщенные статистические характеристики, полученные в ходе проведения исследований, приведены в диаграмме на рисунке 2. Обработка результатов наблюдений проводилась с учетом определения закона, описывающего распределение вероятностей совокупности, из которой извлечена обрабатываемая выборка случайных величин. Для этого выдвигается гипотеза, утверждающая, что наблюдаемое распределение случайных величин описывается конкретным законом. Известно, что критерии проверки гипотезы, называемые критериями согласия, подразделяются на общие и специальные. Общие критерии согласия применимы к формулировке гипотезы о согласии наблюдаемых результатов с любым априорно предполагаемым распределением. Специальными критериями проверяются специальные гипотезы, формулирующие согласие с конкретной формой распределения.



*Рисунок 2. Расчетные, ориентировочные фоновые и допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в районе предполагаемого строительства полигона ТБО*

Проведенные расчеты показали, что распределение случайной величины концентрации не всех специфических веществ в атмосферном воздухе района предполагаемого строительства полигона ТБО подчиняются закону нормального распределения. В частности, гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности концентраций не подтверждается для таких веществ, как метан и метилбензол. В обоих случаях это обусловлено тем, что в контрольной точке вблизи существующего пруда-накопителя жидких бытовых отходов концентрации этих веществ заметно выше, чем в контрольных точках возле границ садовых участков. Это значит, что пруд-накопитель является основным фоновым загрязнителем в данном районе по метану и метилбензолу. И наоборот, концентрации аммиака и дигидросульфида (сероводорода) являются нормально распределенными, содержание их в районе предполагаемого строительства равномерное, в частности это равномерное содержание обусловлено преимущественно трансграничным переносом.

Таким образом, на основе экспериментальных данных содержания специфических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в районе проектируемого полигона ТБО был определен закон распределения случайной величины фонового рассеивания веществ, а также определены квоты загрязнения атмосферного воздуха полигоном твердых бытовых отходов на основе существующих санитарных нормативов качества атмосферного воздуха.

### Список литературы

1. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 11 с.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1979. – 400 с.
3. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
4. Методика расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твёрдых бытовых и промышленных отходов. – М.: НПП «Логус», 2004. – 20 с.
5. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. – СПб.: ОАО "НИИ Атмосфера", 2012. – 222 с.
6. Середа Т.Г., Костарев С.Н., Еланцева Е.Н. Исследование безопасности окружающей среды от воздействия полигона твердых бытовых отходов с применением модели анаэробного реактора // Сб. тр. V Межд. науч.-практ. конф.: Инновационные технологии и экономика в машиностроении. – Томск: Изд-во ТГУ, 2014. – С. 239-244.
7. Середа Т.Г., Костарев С.Н. Научные подходы к автоматизированному проектированию полигонов твёрдых бытовых отходов // Наука – производству. – 2007. – № 5. – С. 43-46.
8. Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 29.12.2014) «Об охране атмосферного воздуха» // Собрание законодательства РФ, 03.05.1999, N 18, ст. 2222.

### Рецензенты:

Янников И.М., д.т.н., профессор кафедры «Техносферная безопасность» Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск;

Долинина И.Г., д.п.н., профессор каф. «Гуманитарных и социально-экономических дисциплин» Пермского института Федеральной службы исполнения наказаний, г. Пермь.