

**2.1.6. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ВОЗДУХ ЗАКРЫТЫХ
ПОМЕЩЕНИЙ. САНИТАРНАЯ ОХРАНА ВОЗДУХА**

**ВЫБОР БАЗОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ
СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
(АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ)**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

МУ 2.1.6.792-99

Минздрав России

Москва • 2000

**2.1.6. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ВОЗДУХ ЗАКРЫТЫХ
ПОМЕЩЕНИЙ. САНИТАРНАЯ ОХРАНА ВОЗДУХА**

**Выбор базовых показателей для
социально-гигиенического мониторинга
(атмосферный воздух населенных мест)**

Методические указания

МУ 2.1.6.792-99

1. Подготовлены творческим коллективом: чл.-корр. РАМН, д. м. н., проф. Г. Г. Онищенко (Минздрав России), д. м. н. проф. Е. Н. Беляев, к. м. н. М. П. Шевырева (Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России); д. м. н., проф. Н. В. Зайцева, д. б. н. И. В. Май, М. Ю. Морозов (Научно-исследовательский клинический институт детской экопатологии, г. Пермь), к. т. н. И. В. Гельфенбуйм, к. х. н. А. Х. Федоровская, Т. А. Комиссарова (Госкомэкологии Пермской области), О. А. Новоселова (Госкомэкологии России), д. м. н. Т. М. Лебедева, д. м. н. А. В. Бражкин (Центр госсанэпиднадзора в Пермской области).

2. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 19 ноября 1999 года.

3. Введены впервые.

УТВЕРЖДАЮ

Главный государственный
санитарный врач Российской
Федерации - Первый заместитель
Министра здравоохранения
Российской Федерации

Г. Г. Онищенко

19 ноября 1999 г.

2.1.6. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ВОЗДУХ ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ. САНИТАРНАЯ ОХРАНА ВОЗДУХА

**Выбор базовых показателей для социально-
гигиенического мониторинга
(атмосферный воздух населенных мест)**

**Selection of Basic Indicators for Social and
Hygienic Monitoring
(Atmospheric Air of Residential Areas)**

**Методические указания
МУ 2.1.6.792-99**

1. Область применения

1.1. Настоящие методические указания предназначены для оценки, выявления изменений и прогноза степени аэротехногенной нагрузки на среду обитания человека.

1.2. Методические указания устанавливают порядок выбора точек и программ наблюдения, а также определяют пути выделения маркерных веществ при организации исследований в рамках государственной системы социально-гигиенического мониторинга на локальном (местном) уровне.

1.3. Методические указания предназначены для территориальных центров госсанэпиднадзора Минздрава РФ, органов государственной исполнительной власти и органов местного самоуправления, а также предприятий, учреждений и организаций независимо от их организационно-правовой формы собственности, осуществляющих в пределах своей компетенции социально-гигиенический мониторинг атмосферного воздуха населенных мест.

1.4. Авторы будут признательны за любые замечания и предложения относительно предлагаемых подходов.

2. Нормативные ссылки

2.1. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 17 марта 1999 г.

2.2. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 22 апреля 1999г.

2.3. Постановление Правительства Российской Федерации №1146 от 06.10.94 «Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге».

2.4. Решение коллегии госкомсанэпиднадзора России от 28.03.96 № 4 «О ходе выполнения работ по созданию социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации»

3. Общие положения

3.1. Настоящие методические указания направлены на совершенствование государственного управления в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также на установление, предупреждение, устранение или уменьшение факторов вредного влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье человека.

3.2. Условием эффективности мониторинга атмосферного воздуха является наличие системы минимально достаточных показателей, позволяющей контролировать санитарно-эпидемиологическую и эколого-гигиеническую ситуацию с наименьшими временными, финансовыми и трудовыми затратами.

Организация наблюдений по большому спектру показателей требует, как правило, значительных материальных вложений, что приводит к уменьшению экономической эффективности системы мониторинга.

В этой связи возникает необходимость выбора из всей совокупности тех показателей, при наблюдении за которыми могут быть сделаны корректные выводы о ситуации и приняты управляющие решения относительно конкретных источников воздействия. Такие показатели относят к базовым.

Базовые показатели делятся на две основные группы:

- показатели соблюдения;
- показатели диагностики.

К базовым показателям соблюдения относятся те, которые характеризуют ситуацию относительно заданных санитарно-гигиенических нормативов. При этом в качестве

нормативов настоящие методические указания рассматривают предельно допустимые концентрации вредных веществ для атмосферного воздуха населенных пунктов с учетом эффекта суммации и класса опасности загрязняющих веществ.

К показателям диагностики относятся те, изменения которых свидетельствуют о вероятных изменениях целого комплекса других показателей и позволяют прогнозировать уровень воздействия на население. К таким показателям относятся вещества - маркеры.

3.4. Методика основана на использовании комплекса информации об источниках выбросов промышленных предприятий, организаций и пр. объектов, а также векторных карт, с применением которых выполняется предварительный территориальный анализ.

3.5. Для реализации методики предполагается выполнение расчетов рассеивания загрязняющих веществ от стационарных источников выбросов. При этом могут быть использованы унифицированные программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА), реализующие алгоритмы «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86) [7].

4. Основные термины и определения

Кластерный анализ - группа методов математической статистики, позволяющих классифицировать объекты некоторого массива: объединять их в группы, характеризующиеся близкими по значениям наборами параметров. Синоним - безусловное ранжирование.

Кластер - группа объектов в массиве, характеризующихся близкими по значениям наборами параметров.

Векторная карта - электронная карта местности, на которой объекты описываются через точно обозначенные координаты.

Комплексный расчет рассеивания - определение приземных концентраций загрязняющих веществ на базе компьютерной версии методики ОНД-86 с учетом всей совокупности источников загрязнения воздуха на территории.

Маркер выбросов предприятия - загрязняющее вещество, выбрасываемое в составе пылегазовых смесей предприятия, по содержанию которого в приземном слое атмосферы могут быть сделаны достоверные выводы о выбросах предприятия в целом.

Профиль выбросов предприятия - стабильное во времени соотношение масс различных веществ в выбросах предприятия, определяемое технологией производства.

5. Выбор точек мониторинга атмосферного воздуха

В точках мониторинга ведется наблюдение за базовыми показателями соблюдения санитарно-гигиенических нормативов. Данные показатели могут характеризовать как зону влияния отдельного источника воздействия, так и группы источников, принадлежащих одному или различным стационарным объектам, независимо от их ведомственной принадлежности.

Исходные предпосылки для выбора точки:

- точка мониторинга должна гарантированно характеризовать определенную зону загрязнения;
- зона загрязнения определяется по результатам расчетов рассеивания примесей в атмосфере и последующего анализа;
- точка мониторинга в границах определенной зоны характеризует уровень воздействия на население;
- обязательным элементом является возможность расчетной оценки вкладов в загрязнение наиболее значимых источников.

5.1. Сбор и подготовка исходной информации

5.1.1. В качестве исходной информации используются компьютерные базы данных (БД), формируемые промышленными предприятиями для расчетов рассеивания и определения величин предельно допустимых выбросов (ПДВ). Структура баз данных соответствует структуре и форматам БД «Эколога» версий 1.30 - 2.0. БД являются легко редактируемыми и корректируемыми. При необходимости в них оперативно вводятся новые источники выбросов, исключаются временно или постоянно неработающие.

5.1.2. Базы данных хранятся на магнитных носителях. В обязательном порядке поддерживается вспомогательная информация:

- кодификатор предприятий;
- БД привязок заводских систем координат к городской;
- кодификатор примесей, с указанием санитарно-гигиенических нормативов (ПДК_{м.р.}, ПДК_{с.с.}, ОБУВ);
- кодификатор территорий.

5.1.3. Векторная карта (или карта-схема) территории может быть создана в любой геоинформационной системе (ГИС) путем оцифровки карт либо с бумажной топоосновы (собственно географической карты местности), либо посредством программ-векторизаторов сканированных карт. Оптимальным является использование векторных карт, созданных для муниципальных задач. Такие карты являются сертифицированными и надежными. Вместе с тем, при отсутствии готовых электронных карт и лицензий на их изготовление, могут быть

использованы схемы территорий. Векторное схематическое отображение территории может быть также получено непосредственно в УПРЗА.

На карте-схеме отображаются промышленные площадки, границы санитарно-защитных зон, селитебные территории и прочие объекты, важные с точки зрения организации мониторинга. Основным условием является атрибутивная дифференциация этих объектов (или разнесение объектов разного типа в разные объектные слои).

5.2. Оценка загрязнения территории на основе расчетных данных.

Кластерный анализ

5.2.1. Выполняются расчеты рассеивания с последующим отображением результатов и получением карт загрязнения территории.

5.2.2. Выполняются расчеты рассеивания примесей в приземном слое атмосферы. Расчеты могут быть выполнены с использованием любой сертифицированной программы, реализующей алгоритм методического документа ОНД-86 [7].

Расчетная сетка должна охватывать всю изучаемую территорию (город, район, участок и пр.). Плотность сетки (шаг расчетов по оси X и оси Y) определяется рекомендациями ОНД-86 и техническими возможностями компьютерных средств.

5.2.3. В результате расчетов получают выходные данные (в виде .dat или .dbf файлов), которые используют при дальнейшем анализе.

5.2.4. Расчетную сетку наносят на векторную карту территории.

5.2.5. Формируют базу данных, в которой каждая точка расчетной сетки характеризуется совокупностью концентраций N ингредиентов. База данных представляет собой матрицу, построенную на базе выходных файлов результатов расчета (табл. 1).

Матрица может быть сформирована:

- с учетом всей совокупности имеющихся результатов расчетов (при этом в матрицу попадают значения приземных концентраций всех примесей, по которым были проведены расчеты);
- с использованием экспертных оценок (в матрицу попадают только те примеси, концентрации которых отвечают экспертным требованиям: например, отсекаются примеси, максимальные значения которых не превышают 0,1 ПДК).

Пример сформированной матрицы - в приложении 1.

Таблица 1

Матрица для последующего кластерного анализа

X_i	Y_i	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_N

X_i, Y_i - координаты точки,

$C_1 \dots C_N$ - приземные концентрации загрязняющих веществ в i -той точке.

5.2.6. База данных подвергается кластерному анализу. Кластерный анализ может быть проведен различными средствами. Апробирован и признан надежным анализ с использованием пакета прикладных программ SAS.

В результате анализа получают кластеры - группы точек на территории, которые характеризуются однородными концентрациями загрязняющих компонентов. (Если территория большая, а номенклатура выбросов - велика, количество кластеров на территории может быть значительным).

5.3. Выбор точек мониторинга

5.3.1. Анализируемая территория подразделяется на участки, каждый из которых относится к какому-либо кластеру в соответствии с результатами анализа точек. Каждый кластер характеризуется вектором долей ПДК, именуемым вектором среднего кластера (K_1, K_2, \dots, K_n) = MEEN, где K_i - средняя концентрация i -того вещества в кластере (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика кластеров

Номер кластера	K_{c1}	K_{c2}	K_{c3}	K_{c4}		K_{cn}

Пример - в приложении 2.

5.3.2. Для получения сравнительных оценок и выделения наиболее нагруженных зон кластеры ранжируют по уровню потенциального воздействия.

Для каждого кластера рассчитывают индексы уровней P100, P30, P10, P5, P1, где:

P100 - количество K_i в векторе MEEN больших или равных 100 ПДК;

P30 - количество K_i в векторе MEEN больших или равных 30 ПДК и меньших 100 ПДК;

P10 - количество K_i в векторе MEEN больших или равных 10 ПДК и меньших 30 ПДК;

P5 - количество K_i в векторе MEEN больших или равных ПДК и меньших 10 ПДК;

P1 - количество K_i в векторе MEEN больших или равных 1 ПДК и меньших 5 ПДК.

Если P100 не равно 0, то кластер относят к наивысшему рангу по уровню воздействия S1. Если таких кластеров несколько, внутри группы S1 ранжируют кластеры по индексам P100, P30, P10, P5, P1.

Если P100 = 0, но P30 не равно 0, то кластер относят к рангу S2. Внутри группы S2 ранжируют кластеры по индексам P30, P10, P5, P1.

Если P100 = 0, P30 = 0, но P10 не равно 0, то кластер относят к рангу S3. Внутри группы S3 ранжируют кластеры по индексам P10, P5, P1.

Если P100 = 0, P30 = 0, P10 = 0, но P5 не равно 0, то кластер относят к рангу S4. Внутри группы S4 ранжируют кластеры по индексам P5, P1.

Если P100 = 0, P30 = 0, P10 = 0, P5 = 0, но P1 не равно 0, то кластер относят к рангу S5. Внутри группы S5 ранжируют кластеры по индексу P1.

Если P100 = 0, P30 = 0, P10 = 0, P5 = 0, P1 = 0, то кластер относят к рангу S6.

Кластеры, полностью лежащие на промышленных площадках из рассмотрения исключают.

5.3.3. Данные, формируемые в ходе ранжирования, представляют в виде таблицы 3.

Таблица 3

Таблица ранжирования кластеров

Номер кластера	P100	P30	P10	P5	P1	Ранг кластера

5.3.4. Ранжирование кластеров выполняется от наименее опасного по уровню потенциального воздействия (ранг = 1) к наиболее опасному (ранг = L, где L - число кластеров).

Пример результатов кластерного анализа и ранжирования кластеров - в приложениях 3, 4.

5.3.5. На базе выполненного кластерного анализа и последующего ранжирования в кластерах, характеризовавшихся наибольшими концентрациями загрязняющих веществ, определяют точки мониторинга.

5.3.6. На первой стадии определяют репрезентативные участки для организации мониторинга (табл. 4). Участки определяются с учетом следующих показателей:

- ранг кластера (чем выше ранг кластера, тем важнее расположение в нем зоны и точки контроля);
- репрезентативность для территории в целом (репрезентативность определяется размерами кластера: чем больше узлов расчетной сетки относится к данному кластеру, тем более репрезентативна точка мониторинга);
- плотность проживания населения или специфика территории (густо населенные районы и зоны рекреации населения имеют приоритет при размещении точек наблюдения);
- результаты рекогносцировочных натуральных наблюдений (приоритет имеют участки более высокого загрязнения, выделенные на основе натуральных данных);
- результаты контроля содержания загрязняющих примесей в биологических средах населения¹ (зона совмещения высокой аэрогенной нагрузки и зоны высокого содержания токсикантов в биосредах имеет приоритет при выборе точки наблюдения).

¹ Показатель используется как дополнительный. Сбор данных о содержании токсикантов в биологических средах выполняется в соответствии с действующими рекомендациями и указаниями Минздрава РФ [6, 9].

Таблица 4

Анализ зон для размещения точек мониторинга

Номер кластера	Ранг кластера	Репрезентативность кластера, W*	Плотность проживания населения	Значимость зоны для наблюдения

*W - число узлов расчетной сетки, относящихся к данному кластеру.

Примечание. В случае, если зона поселения отличается локальными микроклиматическими условиями, но не характеризует значительный по территории и численности населения участок, размещение в данной зоне точки наблюдения определяется возможностями системы мониторинга в целом.

5.3.7. На втором этапе определяется конкретная точка (место) для размещения поста мониторинга.

Требования к выбору места отбора проб определяются действующим документом [8]. Точку размещают на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с непылящим покрытием: на асфальте, твердом грунте, газоне. Следует учитывать повторяемость направления ветра и выбирать точку, в наибольшей степени учитывающую вероятное наложение загрязнения от различных источников загрязнения атмосферного воздуха.

Пример выбора точки мониторинга - на рисунке в приложении 5.

6. Формирование программы мониторинга

6.1. Принципы формирования программы мониторинга

Для каждой из выбранных точек мониторинга формируется программа наблюдений (перечень веществ, подлежащих контролю, а также частота и сроки наблюдения).

Основными критериями выбора базовых показателей для включения в программы мониторинга являются:

- кратность превышения ПДК_{м.р.} по данным расчетов рассеивания;
- фактические высокие концентрации примеси по результатам предварительных (рекогносцировочных) наблюдений;
- опасность примеси для населения (наличие токсических, канцерогенных свойств и т. п.);
- кумулятивность загрязняющего вещества;
- способность вещества выступать в качестве маркера (показателя диагностики).

6.2. Выбор маркерных веществ

6.2.1. Выбор веществ маркеров может осуществляться на основе предварительного факторного анализа [3] или на основе анализа профиля выбросов предприятий, формирующих качество атмосферного воздуха поселения в целом или данного участка территории.

6.2.2. Необходимыми условиями при выделении маркеров выбросов предприятий являются:

- наличие достоверных данных о профиле выбросов предприятия (при этом состав и структура выбросов определяются технологией производства и характеризуются тесной корреляционной связью выбрасываемых компонентов¹);

¹ При необходимости могут быть выполнены запросы о достоверности данных о выбросах в соответствующие инспекции специально уполномоченных органов в области охраны окружающей среды.

- профиль выбросов не претерпевает существенных изменений в динамике (за время, в течение которого определяется и используется в системе мониторинга вещество-маркер²);

² При использовании на предприятии нескольких технологических процессов, не связанных друг с другом, определяют профили выбросов отдельных технологий и, соответственно, маркеры технологий.

- из перечня веществ, выбрасываемых отдельным предприятием, выбирается одно (в ряде случаев - несколько), которое характеризует работу предприятия в целом - маркер выбросов предприятия.

6.2.3. Вещество-маркер для включения в программу мониторинга должно соответствовать следующим требованиям:

а) рассматриваемое вещество в точке мониторинга характерно **ТОЛЬКО** для этого предприятия;

Примечание. Соответствие этому критерию проверяется по данным статистической отчетности предприятий, расположенных в непосредственной близости друг от друга и по результатам комплексных расчетов рассеивания. Вещество может быть выбрано как маркер, если его приземная концентрация на 95% и более формируется выбросами одного предприятия.

б) в точке мониторинга загрязняющее вещество может присутствовать в значимых концентрациях;

в) вещество выбрасывается предприятием постоянно (или систематически с высокой известной частотой);

г) вещество обладает низкой реакционной способностью и не подвергается трансформации;

д) имеется метод определения концентрации данного вещества в атмосферном воздухе.

Примечание. При формировании программы мониторинга при прочих равных условиях предпочтение отдается тем примесям, отбор, обработка и анализ которых экономически наиболее выгодны.

6.2.4. Алгоритм выбора маркера выбросов предприятия включает в себя следующие этапы:

а) на базе комплексных расчетов рассеивания (с учетом всей совокупности источников выбросов) формируется база данных (БД1), представляющая собой совокупность расчетных приземных концентраций по всему спектру примесей;

б) выполняется кластерный анализ территории по компонентному составу и интенсивности химических нагрузок¹;

¹ Кластерный анализ может быть выполнен с использованием любых средств.

в) в результате кластерного анализа качества атмосферного воздуха формируется база данных (БД2), характеризующая территорию по качеству и интенсивности химических нагрузок;

г) на основе анализа профиля предприятий, расположенных в зоне мониторинга, выбираются вещества, имеющие в базе БД1 хотя бы одно значение концентраций большее заданного уровня (например, больше 0,1 ПДК_{м.р.});

д) анализируются два списка: список предприятий и список веществ. Между этими двумя списками устанавливается соответствие:

предприятие <==> маркер

- для каждого вещества составляется вектор, состоящий из нулей и единиц, *i*-тая переменная в векторе равна 0, если *i*-тое предприятие не выбрасывает вещество, и равна 1, если выбрасывает;

- если в векторе вещества на *i*-том месте стоит 1, а все остальные - нули, то это вещество удовлетворяет первому требованию к маркеру выбросов предприятия. Если при этом выполняются все остальные требования, то это вещество - маркер выбросов *i*-того предприятия;

- если для некоторых предприятий не удалось выделить вещества, соответствующие критериям маркеров, то по (каждому) веществу следует выделять зоны, подверженные влиянию только одного предприятия, и в этих зонах считать данное вещество маркером выбросов соответствующего предприятия. Зона влияния предприятия по данному веществу определяется при помощи расчетов с использованием УПРЗА.

Пример выбора маркеров для мониторинга атмосферного воздуха в зоне влияния крупного промышленного комплекса - в приложении 6.

6.3. Формирование программы мониторинга

6.3.1. Результаты предварительного анализа всего перечня веществ, загрязняющих атмосферный воздух в зоне расположения точки мониторинга, сводят в общую таблицу (форма - в таблице 6).

Таблица 6

Сводная таблица для формирования программы наблюдения в точке мониторинга

Загрязняющие вещества	Расчетная приземная концентрация, C_p		Натурные данные, C_n		Содержание в биологических средах населения* (кратность превышения фоновых величин)	Является ли вещество маркером
	мг/м ³	Доли ПДК	мг/м ³	Доли ПДК		

Загрязняющие вещества	Расчетная приземная концентрация, C_p		Натурные данные, C_n		Содержание в биологических средах населения* (кратность превышения фоновых величин)	Является ли вещество маркером
	мг/м ³	Доли ПДК	мг/м ³	Доли ПДК		

* данные о содержании токсикантов в крови, моче, волосах и т. п.

6.3.2. По критериям, изложенным в п.п. 6.1-6.2 формируется окончательный перечень примесей - базовых показателей - составляющих программу мониторинга (пример - в приложениях 7 и 8).

Таким образом, точки мониторинга и базовые показатели определяются на основании комплексного расчета рассеивания, территориального анализа приземных концентраций, сопоставления расчетных и натурных данных, а также сопряжения информации с данными об уровнях воздействия на население.

6.3.3. Частота наблюдений должна обеспечивать получение достоверной информации и определяется действующими методическими документами [3, 8, 9].

Примечание. В приложении 9 приведены методические подходы по использованию результатов мониторинга маркерных веществ для задач ориентировочной оценки выбросов предприятий.

Список литературы

1. Бирюков В. Л., Тихонов М. Н., Довгуша В.В. Некоторые проблемы создания региональной экологической службы и организации мониторинга природно-технических систем. Мониторинг. - 1996.-№2.-С. 21-23.
2. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты. Книга 1 / Под ред. проф. Исаева Л. К.-М.: ПАИМС, 1997.-Т. 1.-509 с.
3. Выбор группы маркерных веществ для оптимизации системы мониторинга атмосферного воздуха: Методические рекомендации: МР: Минздрав, 1995.
4. Маймулов В. Г., Артамонова В. Г., Дадали В. А. и др. Медико-экологический мониторинг.-СПб.: СГМИ, 1993.
5. Мак-Кленни У. Э., Оливер К. Д., Плейн Д. Стратегия натурных исследований выбросов летучих органических соединений с целью оценки их распределения по источникам. Агентство охраны окружающей среды США, 1996.
6. Медико-экологическая реабилитация и профилактика экпатологии детей: МР.-Ч.1. Утв. 19.10.1994, №13-16/24-3: Минздрав РФ.

7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.-СПб., 1987.

8. Руководство по контролю загрязнения атмосферы:

РД 52.04.186-89.-М., 1991.

9. Сборник методик по определению химических соединений в биологических средах: Методические указания: МУК 4.1.763-99- 4.1.779-99: Минздрав РФ, 1999.

10. Федеральная целевая программа развития Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации в 1996-1997 годах и на период до 2000 года.-М., 1995.

Кластер	Размер	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
45	1	C184=6,08	C301=2,90	C1820=3,41							
27	2	C184=4,08	C316=3,05	C616=6,26	C2752=1,32						
11	8	C184=1,15	C301=1,30	C316=1,19	C2907=7,06	C2909=2,24					
73	18	C184=1,49	C301=5,89	C316=1,32	C337=1,02	C1820=1,15					
66	3	C143=1,26	C150=1,55	C184=1,10	C301=1,35	C303=1,05	C316=1,13	C330=1,01	C2909=5,04		
50	1	C143=2,80	C150=1,25	C184=1,86	C301=2,17	C303=2,70	C316=1,74	C330=1,18	C1728=6,94	C2909=1,57	
61	3	C143=8,60	C150=3,52	C184=1,61	C301=3,60	C316=1,56	C337=1,18	C1042=1,16	C1728=1,09	C2909=4,02	
80	1	C184=2,07	C301=2,40	C316=1,87	C333=6,42	C2908=5,67	C2909=3,40				
81	3	C184=8,59	C316=5,59	C349=1,80	C1210=1,24	C2908=3,53	C2909=1,65				
64	4	C143=5,41	C150=1,29	C184=1,38	C301=6,15	C303=2,31	C316=1,38	C337=1,23	C342=1,70	C343=1,56	

Соответственно колонки:

1 - номер кластера.

2 - размер кластера (количество расчетных точек в кластере).

3 - n1 ... ni - вектора средних кластеров (MEEN) для примесей с MEEN > 1,0 ПДК.

Приложение 3 (информационное)

Средние значения примесей в некоторых кластерах

Кластер	Размер	C143	C146	C150	C152	C184	...	C2907	C2908	C2909
5	4171	0,11	0,03	0,09	0,02	0,84		0,07	0,00	0,05
14	118	0,16	0,02	0,11	0,01	0,49		0,09	0,00	0,06
52	1082	0,11	0,15	0,07	0,04	C184=4,40		0,19	0,03	0,10
33	14	C143=3,85	0,04	0,76	0,04	C184=1,39		0,39	0,02	0,79
54	188	0,85	0,04	0,88	0,02	C184=1,38		0,28	0,02	0,63
51	11	0,48	0,04	0,54	0,08	C184=1,29		C2907=3,69	0,01	C2909=1,19
3	65	0,09	0,05	0,10	0,02	C184=1,77		0,07	0,03	0,08
62	36	0,15	0,08	0,14	0,03	C184=2,54		0,11	0,12	0,10
58	7	0,32	0,05	0,70	0,02	C184=1,46		0,47	0,01	0,43
43	33	0,29	0,15	0,08	0,01	0,57		0,14	0,03	0,06
45	1	0,27	0,01	0,84	0,01	C184=6,08		0,04	0,00	0,06
27	2	0,21	0,13	0,11	0,04	C184=4,08		0,20	0,02	0,41
11	8	0,94	0,04	0,27	0,22	C184=1,15		C2907=7,06	0,00	C2909=2,24
73	18	0,63	0,05	0,33	0,02	C184=1,49		0,27	0,31	0,27
66	3	C143=1,26	0,03	C150=1,55	0,02	C184=1,10		0,29	0,01	C2909=5,04
50	1	C143=2,80	0,06	C150=1,25	0,03	C184=1,86		0,13	0,04	C2909=1,57
61	3	C143=8,60	0,05	C150=3,52	0,02	C184=1,61		0,15	0,05	C2909=4,02
80	1	0,59	0,06	0,15	0,03	C184=2,07		0,08	C2908=5,67	C2909=3,40
81	3	0,22	0,36	0,08	0,07	C184=8,59		0,58	C2908=3,53	C2909=1,65
64	4	C143=5,41	0,04	C150=1,29	0,02	C184=1,38		0,15	0,01	0,82
103	1	0,10	0,06	0,10	0,02	C184=1,80		0,07	0,04	0,70
29	1	C143=5,55	0,05	C150=6,20	0,02	C184=1,69		0,16	0,35	C2909=6,51
44	1	0,62	0,29	0,19	0,01	0,55		0,11	0,34	0,20
36	11	0,15	0,02	0,09	0,01	0,48		0,08	0,00	0,14

Соответственно колонки: 1 - номер кластера. 2 - размер кластера (количество расчетных точек в кластере). 3 - Cn1 ... Cni - вектора средних кластера (MEEN).

Приложение 4 (информационное)

Пример ранжирования кластеров

Номер кластера	Число точек	Больше 100 ПДК	Больше 30 ПДК	Больше 10 ПДК	Больше 5 ПДК	Больше 1 ПДК	Ранг кластера
5	4171	0	0	0	0	0	1
14	118	0	0	0	0	2	2
52	1082	0	0	0	0	2	3
33	14	0	0	0	0	4	4
54	188	0	0	0	0	4	5
51	11	0	0	0	0	6	6
3	65	0	0	0	0	7	7
62	36	0	0	0	0	7	8
58	7	0	0	0	0	8	9
43	33	0	0	0	1	1	10
45	1	0	0	0	1	2	11
27	2	0	0	0	1	3	12
11	8	0	0	0	1	4	13
73	18	0	0	0	1	4	14
66	3	0	0	0	1	7	15
50	1	0	0	0	1	8	16
61	3	0	0	0	1	8	17
80	1	0	0	0	2	4	18
81	3	0	0	0	2	4	19
64	4	0	0	0	2	7	20
103	1	0	0	0	3	5	21
29	1	0	0	0	3	6	22
44	1	0	0	1	0	1	23
36	11	0	0	1	0	2	24
83	6	0	0	1	0	2	25
2	1	0	0	1	0	6	26
42	3	0	0	1	0	6	27
95	1	0	0	1	0	6	28
48	1	0	0	1	0	8	29
20	1	0	0	1	0	11	30
32	290	0	0	1	1	1	31
12	3	0	0	1	1	2	32
34	79	0	0	1	1	2	33
28	1	0	0	1	1	3	34
38	30	0	0	1	1	5	35

Приложение 5 (информационное)

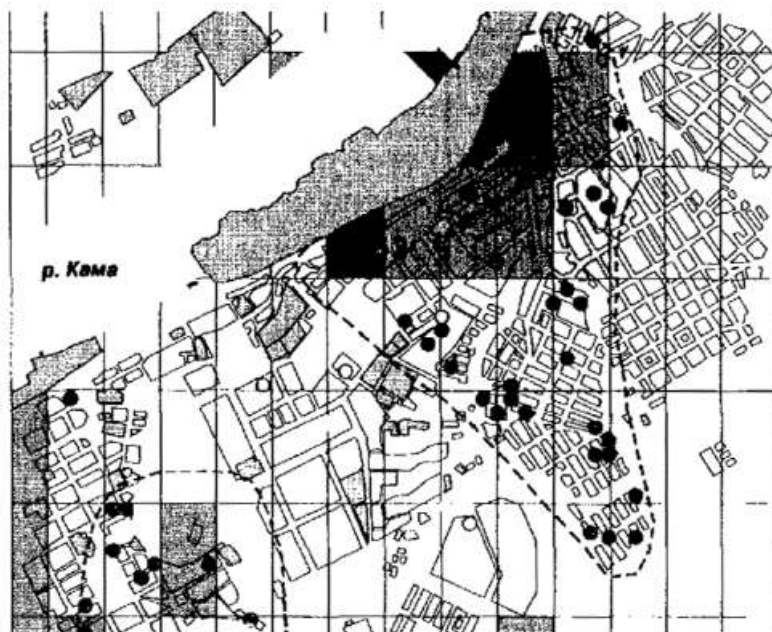


Рис. Пример выбора точки мониторинга атмосферного воздуха на территории г. Перми.

- селитебная застройка;
- зоны различной аэрогенной нагрузки (темным тоном выделены кластеры высокого ранга);
- граница зоны повышенного содержания токсикантов в биологических средах детей;
- места проживания детей с содержанием токсикантов в биосредах достоверно выше фонового уровня;
- посты мониторинга.

Приложение 6 (информационное)

Пример выбора маркеров выбросов предприятий промышленного узла г. Перми

Программными средствами получена следующая таблица (см. п. 6 «Выбор маркерных веществ»).*

* Плюсами в таблице обозначены загрязняющие вещества, выбрасываемые данным предприятием и формирующие в приземном слое атмосферы концентрации выше уровня значимости.

Выброс отдельных загрязняющих веществ предприятиями промузла

№ предприятия	Коды загрязняющих веществ													
	184	301	316	330	333	616	1310	2704	303	1409	627	1050	620	
4		+												
3		+		+	+			+						
2			+	+										
1		+		+	+	+		+	+	+				
79		+		+		+		+	+					
80		+	+	+		+	+	+			+	+	+	

№ предприятия	Коды загрязняющих веществ												
	184	301	316	330	333	616	1310	2704	303	1409	627	1050	620
21	+	+		+				+					
8		+		+		+							
57						+		+					
69	+	+		+				+					
72		+		+				+					
95	+	+	+	+		+		+					
115		+		+				+					

Предприятие 80 имеет следующую специфику:

масляный альдегид (код 1310), этилбензол (627), спирт изооктиловый (1050), стирол (620).

Стирол и спирт изооктиловый имеют радиусы рассеивания в границах промышленной площадки. На прилегающих территориях расчетным путем определяют **масляный альдегид и этилбензол.**

Масляный альдегид - крайне неустойчив и несмотря на большие объемы выбросов не обнаруживается в пробах атмосферного воздуха, отбираемых на территории промузла.

Этилбензол был зарегистрирован в пробах воздуха в значимых концентрациях (до 2,5 ПДК_{м.р.}). При этом **Этилбензол** почти не обнаруживается в пробах, взятых на удалении от предприятия 80. Исходя из этих положений, в качестве маркера **предприятия 80** предлагается использовать **этилбензол.**

Предприятие 1 - единственное предприятие, которое выбрасывает большое количество метилэтилкетона (1409). Однако сведения в литературе о химической устойчивости этого вещества неоднозначны. На это вещество не разработаны величины ПДК (существует лишь ОБУВ). Метилэтилкетон в пробах атмосферного воздуха, взятых на территории, обнаружен не был. В свете этих фактов не представляется оптимальным рассмотрение метилэтилкетона в качестве маркера для предприятия 1.

Сероводород (333) выбрасывают два предприятия: **предприятие 1 и предприятие 3.** Зона рассеивания от **предприятия 3**, в сравнении с выбросами от **предприятия 1**, незначительна. Сероводород химически устойчив и определяется на стационарном посту на территории промузла. **Сероводород** предлагается в качестве маркера для **предприятия 1** на территориях, где предполагаемое присутствие выбросов **предприятия 3** маловероятно.

Аммиак (303) выбрасывают предприятия 1, 79, 95. **Предприятия 1 и 95** не создают концентраций больших 0,1 ПДК. **Аммиак** обнаруживается на территории промузла в значимых концентрациях. **Аммиак** предлагается в качестве маркера **предприятия 79.** Список соответствий предприятие <=> маркер:

1. **Предприятие 80 <=> Этилбензол.**
2. **Предприятие 1 <=> Сероводород.**
3. **Предприятие 79 <=> Аммиак.**

Приложение 7 (информационное)

Обоснование включения ряда загрязняющих веществ в программы мониторинга максимальные концентрации

примесей

(учтены примеси с концентрацией выше 0,01 ПДК м. р.)

Наименование ингредиента	Кластер 11	Кластер 12	Кластер 43
Железа оксид	0,18	0,83	0,01
Кальция оксид	0,20	0,57	0,23
Магния оксид	0,16	0,49	0,03
Марганец и его соединения	0,99	1,81	18,27
Натрия гидроокись	0,18	0,19	1,92
Натрия хлорид	0,50	0,24	0,02
Свинец и его соединения	0,77	0,82	1,50
Хром шестивалентный	0,28	0,52	0,39
Азота двуокись	1,31	2,69	3,67
Аммиак	0,07	0,08	1,20
Азота окись	0,02	0,02	0,23
Водород хлористый	0,87	0,92	1,48
Сернистый ангидрид	0,51	0,51	0,66
Сероводород	0,11	0,12	0,20
Углерода окись	0,13	0,22	2,16
Фториды газообразные	0,05	0,25	0,76
Фториды растворимые	0,04	0,05	0,70
Хлор	0,23	0,24	0,34
Ксилол	0,11	0,15	0,19
Стирол	0,05	0,06	0,26
Спирт бутиловый	0,07	0,08	1,49
Бутилацетат	0,09	0,08	0,28
Формальдегид	0,25	0,16	0,03
Ацетон	0,06	0,08	0,28
Циклогексанон	0,09	0,10	0,14
Этилмеркаптан	0,04	0,04	0,53
Диметиланилин	0,78	0,74	0,45
Бензин нефтяной	0,16	0,10	0,12
Масло минеральное	0,08	0,10	0,45
Сольвент	0,05	0,05	0,62
Мазутная смола	0,03	0,03	0,13
Пыль неорганическая > 70 % SiO ₂	9,46	18,72	0,17

□ - примеси, рекомендуемые для включения в программу мониторинга.

Приложение 8 (информационное)

Пример сводной таблицы для формирования программы мониторинга

№ и характеристика поста наблюдения	Перечень примесей	Критерий*	Основные контролируемые источники
12 тип - стационарный режим - регулярные наблюдения адрес: ул. Веденеева, 52 14 кластер	Сернистый ангидрид	1,2	1. ТЭЦ-13
	Диоксид азота	1	2. ОАО
	Хлор	1,4	«Машиностроитель»
	Хлористый водород	1	3. НПО «Искра»
	Аммиак	1,2,4	4. ОАО «Камтэкс»
	Формальдегид	1	5. Камская нефтебаза
	Диметиланилин	2,3	6. База ОАО Вторчермет
	Бензол	2,3,4	7. УПК Стройкомплект
Марганец	1,3	8. ТЭЦ Камской ГЭС	
4М	Спирт бутиловый	1,3	1. Меб. фабрика
	Ацетон	2,3	2. Завод смазок и СОЖ
	Хром (VI)	1,3	3. КПД ППСО
	Марганец	1,3	4. АО «Инкар»

№ и характеристика поста наблюдения	Перечень примесей	Критерий*	Основные контролируемые источники
тип – маршрутный	Бензол	1,3	5. КБ АО «Инкар» 6. АТП Колонна 1231
	Этилбензол	1,4	
режим - наблюдения по скользящему графику	Фтористые соединения	2,4	7. ТТУ, депо
	Диоксид азота	1,2	
адрес: ул. Курчатова/ ул. Таборная	Хлористый водород	1,2	
	Свинец	1,2	
Кластер - 58			

* Критерии включения примеси в программу наблюдения:

1. Высокая расчетная концентрация.
2. Высокая концентрация по результатам натуральных обследований.
3. Превышение контрольных уровней ксенобиальной нагрузки у населения.
4. Вещество-маркер выбросов предприятия.

Приложение 9 (информационное)

Оценка фактических масс выбросов предприятия веществ по результатам измерения концентрации маркера выбросов предприятия

В точке А измеряются концентрация маркера выбросов предприятия Т, параметры ветра (скорость и направление) и температура воздуха.

В точке А обнаружено вещество V, являющееся маркером выбросов предприятия Т.

Решается задача обратная расчету рассеивания вещества при известной массе выбросов, параметрах выбросов и параметрах ветра, т. е. решается задача по нахождению массы выброса маркерного вещества по известной C_v - реальной, измеренной концентрации вещества в точке мониторинга, известных параметрах выбросов вещества V, параметрах ветра и температуры атмосферного воздуха в момент измерения концентрации.

Получаем массу выброса маркерного вещества M_v (г/с).

$$M_v = M_{vs} * C_v / C_{vr}, \text{ где} \quad (1)$$

M_{vs} - суммарная масса выбросов маркерного вещества по всем источникам предприятия согласно инвентаризационной базе, г/с;

C_{vr} - расчетная приземная концентрация, рассчитанная в точке мониторинга (мг/м^3) при известных параметрах выбросов вещества V г/с, параметрах ветра и температуре атмосферного воздуха в момент измерения концентрации. Расчет концентрации ведется по методике ОНД-86.

По M_v из профиля выбросов предприятия рассчитывают массы выбросов остальных веществ предприятия Т.

Оценка масс выбросов всех веществ для рассматриваемого предприятия по массе выброса маркера этого предприятия производится в предположении, что структура выброса определяется инвентаризационной базой выбросов. Реальные массы выбросов для каждого источника по каждому веществу оцениваются при помощи следующей формулы:

$$M(j, k) = M_v * \text{mass}(j, k) / M_{vs}, \text{ где} \quad (2)$$

$\text{mass}(j, k)$ - масса выбросов j -того вещества k -тым источником (по исходной базе);

M_{vs} - суммарная масса выбросов маркерного вещества по всем источникам предприятия согласно инвентаризационной базе;

M_v - масса выбросов маркерного вещества по всем источникам предприятия рассчитанная исходя из измерения концентрации маркерного вещества V и параметров ветра в точке мониторинга. Единицы измерения: г/с.

Сравнивая между собой три базы данных по массам выбросов предприятия (г/с): текущая (на основании которой производились расчеты ожидаемой приземной концентрации в точке мониторинга), расчетная (полученная в результате решения задачи по данным натурных замеров) и предельнодопустимых выбросов.

Если результаты сравнительного анализа показывают вероятное превышение предельно допустимых величин, могут быть развернуты дополнительные наблюдения по примесям, имеющим неблагоприятный прогноз или приняты соответствующие административные, технические или технологические решения.

Рассчитанные по предлагаемой методике массы выбросов являются ориентировочными и могут служить для качественной оценки ситуации на территории и определения тактики последующих действий: разворачивания более широкой программы мониторинга, организации проверки масс выбросов на конкретных источниках и т. п.

Пример.

Были проведены натурные исследования в районе промузла с нефтехимической промышленностью.

Определяли сероводород - маркер предприятия 1.

Координаты и точки мониторинга (в городской системе координат):

$x = 18\ 942$; $y = -29767$

Расстояние от предприятия до точки мониторинга 1307 м.

Расчетная концентрация в точке 0,35 ПДК_{м.р.}.

Определенная концентрация 1,2 ПДК_{м.р.}.

Отношение реальной концентрации к расчетной - 3,429.

Масса выбрасываемого маркерного вещества:

по данным инвентаризационной ведомости - 0,847(г/с);

расчетная - 2,904.

Массы выбросов предприятия, рассчитанные с учетом концентрации маркера в точке

Примесь	Профиль выбросов предприятия, г/с	Рассчитанные массы, г/с
Бензин нефтяной	473,427	1623,177
Азота двуокись	33,624	115,282
Сернистый ангидрид	84,691	290,369
Углерода оксид	69,329	237,699
Мазутная зола	0,357	1,224
Толуол	19,023	65,221
Бензол	8,358	28,656
Ксилол	6,371	21,843
Натрия гидроксид	0,015	0,051
Сероводород	0,847	2,904
Кислота серная	0,068	0,235
Сажа	7,360	25,234
Фенол	0,339	1,161
Метилэтилкетон	7,325	25,114