

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Разрешено Минздравом Республики
Беларусь для практического использования

Заместитель министра здравоохранения
Главный государственный санитарный врач
Республики Беларусь



В.И. Ключенович

31 декабря 2002 г.
Регистрационный № 132-1102

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ИНДУСТРИАЛЬНО РАЗВИТЫХ ГОРОДОВ УГЛЕВОДОРОДАМИ НЕФТЯНОГО ГЕНЕЗА

(инструкция по применению)

Учреждение-разработчик: Научно-исследовательский институт санитарии и гигиены

Авторы: канд. мед. наук П.А. Чеботарев, канд. биол. наук Н.И. Аспрасюхина, Л.И. Козлова, В.В. Яскевич, Т.В. Парчинская, Г.В. Крупенина, И.В. Ульянова, Л.А. Казакова, С.П. Чеботарев

[Перейти к оглавлению](#)



ОГЛАВЛЕНИЕ

Методика оценки степени загрязнения атмосферного воздуха углеводородами

3

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА УГЛЕВОДОРОДАМИ

Установлено, что основными причинами загрязнения атмосферного воздуха углеводородами являются процессы их испарения (нефтеперерабатывающие предприятия, базы, автозаправочные станции, транспорт) и сгорания (автомобильный, железнодорожный, авиационный транспорт, теплоэнергетические установки), что обуславливает сравнительно однородную структуру содержания представителей ведущих классов углеводородов в атмосферном воздухе, несмотря на определенные различия в спектральных составах, образующихся при испарении (преобладание алканов) и сгорании (преобладание ароматических углеводородов) топлива, а качественный состав смеси, регистрируемой в воздушном бассейне городов, независимо от преобладания в том или ином городе источника загрязнения (автомобильного транспорта — Минск, Могилев, Гродно, Борисов; нефтеперерабатывающего предприятия, базы — Новополоцк, Мозырь, Колядичи), больше соответствует соотношению удельных весов основных классов углеводородов в наиболее распространенных марках бензинов, что доказывает приоритетность процесса испарения в загрязнении атмосферы.

Структура загрязнения атмосферного воздуха отдельными представителями ведущих классов углеводородов во всех изучаемых городах также однородна. Так, из 22 алканов, практически постоянно присутствующих в воздушном бассейне (при общем числе 58), наибольший удельный вес приходится на долю пентана — 20,9%, изопентана — 17,5%, гексана — 9,5%; среди 19 ароматических углеводородов (из общего числа 55) наибольшую долю имеют толуол — 25,6%, ксилолы — 18,1%, бензол — 11,7%; из 10 нафтенных, постоянно присутствующих в атмосфере (при общем числе 43), на долю циклогексана и его 4 гомологов приходится свыше 50%, а у непредельных углеводородов наибольший удельный вес регистрируется у бутилена — 29,1%, доля остальных углеводородов, входящих в состав основных классов, колеблется от 0,7 до 2,9%, при этом следует отметить, что максимальное расхождение удельного веса пентана и гексана у алканов, толуола, ксилолов, бензола у аренов, циклогексана у нафтенных и бутилена у непредельных углеводородов во всех изучаемых городах не превышает 2–3%, а у остальных веществ — 0,5–1,5%.

Методика оценки степени загрязнения атмосферного воздуха индустриально развитых городов углеводородами ...

Постоянное присутствие 195 углеводородов в атмосферном воздухе индустриально развитых городов Беларуси, принадлежащих к 4 классам, являющихся основными компонентами нефти и нефтепродуктов (алканы — от 19 до 58 веществ при средней величине 27, ароматические углеводороды — от 21 до 55 при средней 29, нафтены — от 6 до 43 при средней 16 и алкены от 2 до 21 при средней 7), делает совершенно очевидным, что вести постоянный контроль за их содержанием практически невозможно, и, главное, нецелесообразно. Вместе с тем, для 80 из них, присутствующих в атмосферном воздухе постоянно (не менее чем в 50% отобранных проб), установлено 38 предельно допустимых концентраций и 55 ориентировочно безопасных уровней воздействия, поэтому представляется возможным вести контроль за индикаторными веществами, в качестве которых следует использовать углеводороды, имеющие внутри ведущих классов наибольший удельный вес от суммарной концентрации (у алканов — пентан, у ароматических углеводородов — толуол, у нафтенных — циклогексан и у непредельных углеводородов — бутилен), с последующим вычислением концентраций других веществ конкретного класса на основе использования однофакторного уравнения линейной регрессии, наиболее тесно отражающего связь между концентрациями индикаторного вещества и другими ингредиентами. Для алканов и нафтенных это уравнение регрессии, соответствующее параболической зависимости типа $y = A_0 + A_1 \cdot \sqrt{x}$, а для ароматических углеводородов $y = A_0 + A_1 \cdot x + A_2 \cdot x^2$.

Уравнения регрессии для расчета концентраций углеводородов, практически постоянно присутствующих в атмосферном воздухе индустриально развитых городов, по индикаторным веществам представлены в табл. 1, 2, 3.

Таким образом, осуществляя контроль за содержанием 4 представителей основных классов углеводородов, можно дать оценку степени загрязнения атмосферного воздуха в соответствии с «Методическими рекомендациями по гигиенической оценке качества атмосферного воздуха и эколого-эпидемиологической оценке риска для здоровья населения», утвержденными МЗ РБ 10 февраля 1998 г., № 113-9711.

Использование расчетных формул на примере ароматических углеводородов

Формулы для расчета концентраций алканов, практически постоянно присутствующих в атмосферном воздухе индустриально развитых городов, по индикаторному веществу пентану

Алканы(зависимость от пентана)

Название вещества	Вид зависимости
Бутан	$Y = 14,823 + 6,095 \cdot \sqrt{X}$
Изобутан	$Y = 52,706 + 0,517 \cdot \sqrt{X}$
Изопентан	$Y = -155,602 + 32,073 \cdot \sqrt{X}$
Гексан	$Y = -150,752 + 19,528 \cdot \sqrt{X}$
2-метилпентан	$Y = -115,225 + 14,879 \cdot \sqrt{X}$
3-метилпентан	$Y = -90,997 + 11,928 \cdot \sqrt{X}$
Диметилбутаны	$Y = 2,199 + 1,035 \cdot \sqrt{X}$
Гептан	$Y = -7,040 + 3,507 \cdot \sqrt{X}$
2-метилгексан	$Y = -24,004 + 4,317 \cdot \sqrt{X}$
3-метилгексан	$Y = -6,544 + 1,313 \cdot \sqrt{X}$
Диметилпентаны	$Y = -6,544 + 1,313 \cdot \sqrt{X}$
Октан	$Y = 3,382 + 1,944 \cdot \sqrt{X}$
Диметилгексаны	$Y = -8,543 + 2,279 \cdot \sqrt{X}$
2-метилгептан	$Y = 4,168 + 1,481 \cdot \sqrt{X}$
3-метилгептан	$Y = 1,263 + 1,609 \cdot \sqrt{X}$
Нонан	$Y = 35,568 + 0,715 \cdot \sqrt{X}$
2-метилоктан	$Y = 11,063 + 0,819 \cdot \sqrt{X}$
3-метилоктан	$Y = 37,089 - 0,462 \cdot \sqrt{X}$
Диметилгептаны	$Y = 56,529 - 1,202 \cdot \sqrt{X}$
Декан	$Y = 45,153 - 0,494 \cdot \sqrt{X}$
Ундекан	$Y = 22,837 - 0,229 \cdot \sqrt{X}$
Додекан	$Y = 15,770 - 0,197 \cdot \sqrt{X}$
Тридекан	$Y = 14,468 - 0,217 \cdot \sqrt{X}$
Тетрадекан	$Y = 20,691 - 0,391 \cdot \sqrt{X}$
Пентадекан	$Y = 0,498 + 1,829 \cdot \sqrt{X}$
Гексадекан	$Y = 29,738 + 0,135 \cdot \sqrt{X}$

Формулы для расчета концентраций ароматических углеводородов, практически постоянно присутствующих в атмосферном воздухе индустриально развитых городов, по индикаторному веществу толуолу

Арены (зависимость от толуола)

Название вещества	Вид зависимости
Бензол	$Y=10,877+0,216 \cdot X+0,001 \cdot X^2$
Этилбензол	$Y=5,758+0,110 \cdot X+0,005 \cdot X^2$
Ксилолы	$Y=17,782+0,376 \cdot X+0,002 \cdot X^2$
Стирол	$Y=4,815+0,014 \cdot X+0,000 \cdot X^2$
Изопропилбензол	$Y=3,920+0,008 \cdot X+0,000 \cdot X^2$
Пропилбензол	$Y=4,306+0,052 \cdot X+0,002 \cdot X^2$
1-метил-3-этилбензол	$Y=3,224+0,072 \cdot X+0,004 \cdot X^2$
1-метил-4-этилбензол	$Y=2,947+0,065 \cdot X+0,004 \cdot X^2$
1-метил-2-этилбензол	$Y=3,164+0,055 \cdot X+0,002 \cdot X^2$
1,3,5-триметилбензол	$Y=3,853+0,058 \cdot X+0,002 \cdot X^2$
1,2,3-триметилбензол	$Y=2,714+0,033 \cdot X+0,001 \cdot X^2$
1,2,4-триметилбензол	$Y=4,635+0,103 \cdot X+0,0006 \cdot X^2$
Изобутилбензол	$Y=5,985+0,012 \cdot X+0,000 \cdot X^2$
Цимолы	$Y=16,484-0,032 \cdot X+0,000 \cdot X^2$
Диметилэтилбензол	$Y=9,004+0,028 \cdot X+0,000 \cdot X^2$
Нафталин	$Y=3,365+0,007 \cdot X+0,000 \cdot X^2$

Формулы для расчета концентраций циклопарафинов, практически постоянно присутствующих в атмосферном воздухе индустриально развитых городов, по индикаторному веществу циклогексану

Циклические углеводороды (зависимость от циклогексана)

Название вещества	Вид зависимости
Циклопентан	$Y = -11,791 + 12,467 \cdot \sqrt{X}$
Метилциклопентан	$Y = -55,889 + 34,147 \cdot \sqrt{X}$
Метилциклогексан	$Y = -13,968 + 11,188 \cdot \sqrt{X}$
Этилциклопентан	$Y = 0,723 + 2,369 \cdot \sqrt{X}$
Этилциклогексан	$Y = 19,199 - 1,775 \cdot \sqrt{X}$
Диметилциклопентаны	$Y = -13,950 + 11,560 \cdot \sqrt{X}$
Диметилциклогексаны	$Y = 33,841 - 4,204 \cdot \sqrt{X}$

Примечание: концентрация веществ приводится в мкг/м³.

Концентрации ароматических углеводородов, рассчитанные по индикаторному веществу толуолу

Название вещества	Концентрация, мг/м ³
Бензол	0,54
Этилбензол	0,25
Ксилолы	0,963
Стирол	0,013
Изопропилбензол	0,008
Пропилбензол	0,107
1-метил-3-этилбензол	0,19
1-метил-4-этилбензол	0,185
1-метил-2-этилбензол	0,107
1,3,5-триметилбензол	0,11
1,2,3-триметилбензол	0,058
1,2,4-триметилбензол	0,282
Изобутилбензол	0,012
Цимолы	0
Диметилэтилбензол	0,025
Нафталин	0,007

В атмосферном воздухе города установлена концентрация толуола, равная 0,6 мг/м³.

Рассчитаем для примера концентрацию бензола в зависимости от толуола. Концентрация толуола составляет 0,6 мг/м³, или 600 мкг/м³. Подставим это значение в формулу из таблицы и получим:

Таким образом, концентрация бензола при концентрации толуола 0,6 мг/м³ по расчетным формулам составляет 0,537 мг/м³. В табл. 4 приведены расчетные концентрации для остальных веществ.

Установленные концентрации углеводородов можно использовать для оценки степени загрязнения атмосферного воздуха в соответствии с «Методическими рекомендациями по гигиенической оценке качества атмосферного воздуха и эколого-эпидемиологической оценке риска для здоровья населения» № 113-9711, утвержденными МЗ РБ 10 февраля 1998 г.

Методика оценки степени загрязнения атмосферного воздуха индустриально развитых городов углеводородами ...

Дополнительно к методическим рекомендациям целесообразно использовать коэффициент комбинированного действия (ККД), расчет которого проводится по методу М.А. Пинигина (1985).

В соответствии с данным методом рассчитывается величина допустимого коэффициента комбинированного действия, равная корню квадратному из числа веществ (N), входящих в смесь. В рассматриваемом примере величина ККД = $\sqrt{15} = 3,87$.

Величина действительного коэффициента комбинированного действия рассчитывается по формуле:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} = \text{ККД}$$
$$\frac{0,6}{0,6} + \frac{0,54}{0,3} + \frac{0,25}{0,02} + \frac{0,963}{0,2} + \frac{0,013}{0,04} + \frac{0,008}{0,014} + \frac{0,107}{0,014} + \frac{0,19}{0,03} + \frac{0,185}{0,03} + \frac{0,107}{0,03} + \frac{0,11}{0,1} + \frac{0,058}{0,02} + \frac{0,282}{0,015} + \frac{0,012}{0,2} + \frac{0,025}{0,005} + \frac{0,007}{0,003} = 66,43$$

$$1+1,8+1,25+4,8+3,25+0,57+7,64+6,3+6,1+3,56+1,1+2,9+18,8+0,06++5+2,3 = 66,43$$

Как видно из примера, полученный нами коэффициент комбинированного действия в 17 раз превышает нормативный уровень.

Для ориентировочной оценки степени загрязнения атмосферного воздуха углеводородами можно использовать второй вариант, при котором загрязнение атмосферного воздуха углеводородами одного класса рассматривается как единая смесь с установлением для нее гигиенического регламента: для алканов — предельно допустимая концентрация пентана, равная 25 мг/м³, для нафтеннов — предельно допустимая концентрация циклогексана, равная 1,4 мг/м³, для алкенов — предельно допустимая концентрация бутилена, равная 3 мг/м³.

Для ароматических углеводородов второй вариант неприемлем из-за политропного характера действия и наличия канцерогенного эффекта у некоторых их представителей (бензол, бенз(а)пирен).