

## САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

**Цель** - знакомство с санитарно-гигиеническим нормированием качества окружающей среды.

**Задача** - рассчитать нормативы качества атмосферного воздуха.

**Предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест** - гигиенический норматив, утверждаемый постановлением Главного санитарного врача Российской Федерации по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России.

ПДК загрязняющего вещества в атмосферном воздухе — это концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного воздействия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

### **Лимитирующий (определяющий) показатель вредности**

(ЛПВ) характеризует направленность биологического действия вещества: рефлекторное (рефл.) и резорбтивное (рез.). Под *рефлекторным* действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей - ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.д. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальной разовой (20-30-минутная) ПДК (ПДК<sub>м.р.</sub>). Под *резорбтивным* действием понимают возможность развития общетоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности его вдыхания.

Помимо максимальной разовой предельно допустимой концентрации, временной интервал воздействия которой строго ограничен, разработаны также среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>с.с.</sub>) и рабочей зоны (ПДК<sub>р.з.</sub>). Предельно допустимая концентрация среднесуточная соответствует такой величине содержания загрязняющего вещества в воздухе населенных мест, при которой не оказывается негативного влияния на

здоровье населения, на все его группы (половые, возрастные, здоровья) при неограниченной длительности вдыхания воздуха, содержащего указанные вещества. В рабочей же зоне находятся люди работоспособного возраста, прошедшие медицинское обследование, что позволяет им без вреда для собственного здоровья переносить более высокие концентрации загрязняющих веществ.

Таблица 1.1

**ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов**

Вещество	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>			ЛПВ	Класс опасности
	ПДК <sub>м.р.</sub>	ПДК <sub>с.с.</sub>	ПДК <sub>р.з.</sub>		
Азот оксид	0,4	0,06	3,0	рефлекторный	3
Азот диоксид	0,085	0,04	2,0	рефлекторно-резорбтивный	2
Аммиак	0,2	0,04	20,0	рефлекторно-резорбтивный	4
Ацетальдегид	0,01	-	5,0	резорбтивный	3
Бензол	1,5	0,8	5,0	резорбтивный	2
Бенз(а)пирен	-	0,000001	1,5·10 <sup>4</sup>	резорбтивный	1
Бензин нефтяной мелосернистый (в пересчете на С)	5	1,5		рефлекторно-резорбтивный	4
Диоксид серы	0,5	0,05	10,0	рефлекторно-резорбтивный	3
Мазутная зола ТЭС в пересчете на ванадий	-	0,002	0,5	резорбтивный	4
Пентоксид ванадия	-	0,002	0,5	резорбтивный	1
Пыль нетоксичная	0,5	0,15	6,0	резорбтивный	3
Ртуть металлическая	-	0,0003	0,01	резорбтивный	1
Сероводород	0,008	0,008	10,0	рефлекторный	2
Сероуглерод	0,03	0,005	-	резорбтивный	2
Углерод оксид	5,0	3,0	20,0	резорбтивный	4
Угольная зола ТЭС	0,05	0,02	-	резорбтивный	2
Фенол	0,01	0,003	0,3	рефлекторно-резорбтивный	2
Формальдегид	0,035	0,003	0,5	рефлекторно-резорбтивный	2

Фтороводород	0,02	0,005	0,5	рефлекторно-резорбтивный	2
Хлор	0,1	0,03	1,0	рефлекторно-резорбтивный	2
Этанол	5,0	5,0	1000	рефлекторный	4

Оценка степени суммарного загрязнения атмосферы рядом веществ проводится двумя часто используемыми способами: по индексу загрязнения атмосферы I (ИЗА) и комплексному показателю загрязнения атмосферного воздуха (Р).

Расчет ИЗА выполняется, как правило, для пяти веществ, нормированное содержание которых в атмосферном воздухе максимально. Расчет нормированного содержания для одного вещества проводится по формуле

$$I_i = \frac{q_{срi} \cdot k_i}{ПДК_{сси}} \quad (1.1)$$

где  $q_{срi}$  - среднее содержание i-го вещества в атмосферном воздухе в пункте наблюдения, мг/м<sup>3</sup>;

$ПДК_{сси}$  - предельно допустимая среднесуточная концентрация i-го вещества, мг/м<sup>3</sup> (табл. 1.1);

$k_i$  - безразмерный коэффициент, учитывающий принадлежность к разным классам опасности:

$k_i$	0,85	1,0	1,3	1,5
Класс опасности	4	3	2	1

Далее отбираются пять веществ с максимальными значениями нормированного параметра  $I_i$ . Расчет ИЗА проводится по этим веществам в соответствии с формулой

$$ИЗА = \sum_{i=1}^5 \frac{q_{срi} \cdot k_i}{ПДК_{сси}} \quad (1.2)$$

В соответствии со значениями ИЗА устанавливается качественная характеристика загрязнения атмосферного воздуха:

менее 5 - удовлетворительная обстановка,

6-15 - относительно напряженная,

16-50 - существенно напряженная,

51-100 - критическая,

более 100 - катастрофическая обстановка.

Данный способ оценки качества атмосферного воздуха в достаточной степени условен и ориентирован в основном на получение сравнительных характеристик загрязнения.

При загрязнении воздуха чаще проявляется эффект неполной суммации, который следовало бы принимать во внимание при оценке качества воздуха. В расчете значений комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха (Р) эффект частичной суммации учитывается с помощью коэффициента  $\sqrt{n}$ , где n - число веществ в смеси.

Комплексный показатель Р рассчитывается следующим образом:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2}, \quad (1.3)$$

где  $\sum K_i$  - сумма квадратов концентраций, нормированных по ПДК и приведенных к концентрациям веществ 3-го класса опасности с использованием коэффициента изоэффективности  $R_i$ :

$R_i$	0,87	1,0	1,3	2,3
Класс опасности	4	3	2	1

При значениях  $K_i$  для 1-го класса опасности более 2,5, для 2-го - более 5, для 3-го - более 8 и для 4-го - более 11 приведение к 3-му классу осуществляется с применением других коэффициентов изоэффективности:

$R_i$	0,7	1,0	1,6	3,2
Класс опасности	4	3	2	1

Значение  $K_i$  определяется следующим образом:

$$K_i = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} R_i, \quad (1.4)$$

где  $C_i$  - фактическая концентрация i-го вещества, мг/м<sup>3</sup>;

$R_i$  - коэффициент изоэффективности i-го вещества.

Степень загрязнения атмосферного воздуха по комплексному

показателю оценивается в соответствии с табл. 1.2.

Таблица 1.2

## Оценка степени среднегодового загрязнения атмосферы

Уровень загрязнения	Показатель Р в зависимости от числа веществ				
	1	2-4	5-9	10-16	16-25
Допустимое	$\leq 1$	2	3	4	5
Слабое	1-2	2-4	3-6	4-8	8-10
Умеренное	2-4	4-8	6-12	9-16	10-20
Сильное	4-8	8-16	12-24	16-32	20-40
Зона чрезвычайной экологической ситуации	8-16	16-32	24-48	32-64	40-80
Зона экологического бедствия	$>16$	$>32$	$>48$	$>64$	$>80$

**Пример.** Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: диоксид азота - 0,056 мг/м<sup>3</sup>; бенз(а)пирен - 0,0008 мкг/м<sup>3</sup>; диоксид серы - 2,5 мг/м<sup>3</sup>; оксид углерода - 2,7 мг/м<sup>3</sup>; бензол - 0,2 мг/м<sup>3</sup>; свинец - 3,4-10<sup>-4</sup> мг/м<sup>3</sup>; пыль - 0,63 мг/м<sup>3</sup>.

**Решение.** Рассчитаем нормированное содержание для каждого загрязнителя по формуле (1.1)

$$I_i = \frac{q_{срi} \cdot k_i}{\text{ПДК}_{сци}}$$

$$I_{NO_2} = \frac{0,056 \cdot 1,3}{0,04} = 1,82;$$

$$I_{SO_2} = \frac{2,5 \cdot 1}{0,05} = 50;$$

$$I_{Б(А)П} = \frac{0,0008 \cdot 1,5}{0,001} = 1,2;$$

$$I_{CO} = \frac{2,7 \cdot 0,85}{3,0} = 0,765;$$

$$I_{\text{бензол}} = \frac{0,2 \cdot 1,3}{0,1} = 2,6;$$

$$I_{Pb} = \frac{3,4 \cdot 10^{-4} \cdot 1,5}{3,0 \cdot 10^{-4}} = 1,7;$$

$$I_{\text{пыль}} = \frac{0,63 \cdot 1}{0,5} = 1,26.$$

Из рассчитанных нормированных параметров выбираем пять веществ с максимальным значением I, т.е. диоксид серы, свинец, диоксид азота, бензол и пыль, и рассчитываем ИЗА:

$$\text{ИЗА} = I_{SO_2} + I_{Pb} + I_{NO_2} + I_{\text{бензол}} + I_{\text{пыль}} = 50 + 1,9 + 1,82 + 2,6 + 1,26 = 59,58.$$

В соответствии со значением ИЗА состояние загрязнения атмосферного воздуха **критическое**, что отвечает зонам ЧЭС.

### Самостоятельная работа.

#### № 2:

ИЗА – индекс заргрязнения атмосферы.

$$ИЗА = I_i = \frac{q_{срi} \cdot k_i}{ПДК_{ссi}}$$

#### № 3:

$$I_{NO} = 0,47 * 1 / 0,06 = \underline{7,833};$$

$$I_{NH3} = 0,000038 * 0,85 / 0,04 = 0,00081;$$

$$I_{SO2} = 1,2 * 1 / 0,05 = \underline{24};$$

$$I_{CO} = 2,7 * 0,85 / 3 = 0,765;$$

$$I_{C6H6} = 0,8 * 1,3 / 0,8 = \underline{1,3};$$

$$I_{пыль} = 0,61 * 1 / 0,15 = \underline{4,067};$$

$$I_{NO2} = 0,05 * 1,3 / 0,04 = \underline{1,625}.$$

ИЗА = 7,833 + 24 + 1,3 + 4,067 + 1,625 = 38,825 (существенно напряжённая обстановка)

#### № 4:

$$I_{NO2} = 0,027 * 1,3 / 0,04 = \underline{0,8775};$$

$$I_{SO2} = 0,057 * 1 / 0,05 = \underline{1,14};$$

$$I_{CO} = 4,2 * 0,85 / 3 = \underline{1,19};$$

$$I_{C20H12} = 0,0005 * 1,5 / 0,000001 = \underline{750};$$

$$I_{Pb} = 4 * 10^{-5} * 1,5 / 3 * 10^{-4} = 0,2;$$

$$I_{пыль} = 1,3 * 1 / 0,15 = \underline{8,667}.$$

ИЗА = 750 + 1,14 + 1,19 + 0,8775 + 8,667 = 761,8745 (катастрофическая обстановка)

#### № 5:

$$I_{H_2S} = 5 * 10^{-3} * 1,3 / 0,08 = 0,08125;$$

$$I_{C_{20}H_{12}} = 0,0000002 * 1,5 / 0,000001 = \underline{0,3};$$

$$I_{SO_2} = 0,37 * 1 / 0,05 = \underline{7,4};$$

$$I_{NO} = 0,69 * 1 / 0,06 = \underline{11,5};$$

$$I_{C_6H_6} = 0,8 * 1,3 / 0,8 = \underline{1,3};$$

$$I_{C_{20}H_{12}} = 0,24 * 1 / 0,15 = \underline{1,6}.$$

$$ИЗА = 0,3 + 7,4 + 11,5 + 1,3 + 1,6 = 22,1 \text{ (существенно напряжённая обстановка)}$$

**№ 6:**

$$I_{SO_2} = 0,5 * 1 / 0,05 = \underline{10};$$

$$I_{CO} = 1,2 * 0,85 / 3 = \underline{0,34};$$

$$I_{C_6H_6} = 0,002 * 1,3 / 0,8 = 0,003;$$

$$I_{Pb} = 0,7 * 10^{-4} * 1,5 / 3 * 10^{-4} = 0,035;$$

$$I_{пыль} = 1,6 * 1 / 0,15 = \underline{10,67};$$

$$I_{NO_2} = 0,006 * 1,3 / 0,04 = 0,195;$$

$$I_{NO} = 0,022 * 1 / 0,06 = \underline{0,367};$$

$$I_{C_{20}H_{12}} = 0,0000003 * 1,5 / 0,000001 = \underline{0,45}.$$

$$ИЗА = 10,67 + 0,45 + 0,367 + 10 + 0,34 = 21,827 \text{ (существенно напряжённая обстановка)}$$

**№ 7:**

$$I_{пыль} = 0,82 * 1 / 0,15 = \underline{5,467};$$

$$I_{H_2S} = 1 * 10^{-3} * 1,3 / 0,08 = 0,01625;$$

$$I_{NO_2} = 0,09 * 1,3 / 0,04 = \underline{2,925};$$

$$I_{CO_{20}H_{12}} = 0,000001 * 1,5 / 0,000001 = \underline{1,5};$$

$$I_{SO_2} = 1,9 * 1 / 0,05 = \underline{38};$$

$$I_{CO_2} = 1,8 * 0,85 / 3 = \underline{0,51};$$

$$I_{C_6H_6} = 0,01 * 1,3 / 0,8 = 0,01625.$$

$$ИЗА = 5,467 + 2,925 + 1,5 + 38 + 0,51 = 48,402 \text{ (существенно напряжённая обстановка)}$$