

Практическая работа №1

Санитарно-гигиеническое нормирование качества атмосферного воздуха

Предельно допустимая концентрация 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_{м.р.}). 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 так же среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК_{с.с.}) и рабочей зоны (ПДК_{р.з.}). 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

<i>Вещество</i>	Концентрация, мг/м ³			ЛПВ	Класс опасности
	ПДК _{м.р.}	ПДК _{с.с.}	ПДК _{р.з.}		
Азота оксид	0,4	0,06	3,0	рефлекторный	3
Азота диоксид	0,085	0,04	2,0	рефлекторно- резорбтивный	2
Аммиак	0,2	0,04	20,0	- "-	4
Ацетальдегид	0,01	-	5,0	резорбтивный	3
Бензол	1,5	0,8	5,0	- "-	2
Бенз(а)пирен	-	0,000001	$1,5 \cdot 10^{-4}$	- "-	1
Бензин нефтяной малосернистый (в пересчете на С)	5	1,5		рефлекторно- резорбтивный	4
Диоксид серы	0,5	0,05	10,0	рефлекторно- резорбтивный	3
Мазутная зола теплоэлектростанци й в пересчете на ванадий	-	0,002	0,5	резорбтивный	4
Пентоксид ванадия	-	0,002	0,5	- "-	1
Пыль нетоксичная	0,5	0,15	6,0	- "-	3
Ртуть металлическая	-	0,0003	0,01	- "-	1
Сероводород	0,008	0,008	10,0	рефлекторный	2
Сероуглерод	0,03	0,005		резорбтивный	2
Углерода оксид	5,0	3,0	20,0	- "-	4
Угольная зола	0,05	0,02	-	- "-	2

теплоэлектростанции					
Фенол	0,01	0,003	0,3	рефлекторно-резорбтивный	2
Формальдегид	0,035	0,003	0,5	- "-	2
Фтороводород	0,02	0,005	0,5	- "-	2
Хлор	0,1	0,03	1,0	- "-	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 (P).

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

$$I_i = \frac{q_{cp.i} \cdot k_i}{ПДК_{cc.i}} \quad (1.1)$$

где $q_{cp.i}$ – среднее содержание i -го вещества в атмосферном воздухе в пункте наблюдения, мг/м³;

$ПДК_{cc.i}$ - предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го вещества, мг/м³ (табл.1.1);

k_i - безразмерный коэффициент, учитывающий принадлежность к разным классам опасности.

Значение k_i

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:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^5 \frac{q_{cp,i} \cdot k_i}{\text{ПДК}_{CCi}} \quad (1.2.)$$

В соответствии со значениями ИЗА установлена 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 (P) эффект частичной суммации учитывается с помощью коэффициента \sqrt{n} , где n – число веществ в смеси.

Комплексный показатель P рассчитывается следующим образом:

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

где $\sum K_i^2$ – 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:

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i} \cdot R_i \quad (1.4)$$

где C_i – фактическая концентрация i -го вещества, мг/м³;

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 P в зависимости от числа веществ				
	1	2-4	5-9	10-16	16-25
Допустимое	≤ 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/м³; бенз(а)пирен – 0,0008 мкг/м³; диоксид серы – 2,5 мг/м³; оксид углерода – 2,7 мг/м³; бензол 0,2 мг/м³; свинец $3,4 \cdot 10^{-4}$ мг/м³; пыль 0,63 мг/м³.

Решение.

Рассчитаем нормированное содержание для каждого загрязнителя по формуле

$$I_i = \frac{q_{ср.i} \cdot k_i}{ПДК_{ср.i}}$$

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

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

$$I_{B(A)П} = \frac{0,0008 \cdot 1,5}{0,001} = 1,2$$

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

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

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

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

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

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

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

Задания для самостоятельной работы

1. Что понимают под рефлекторным действием? Резорбтивным действием?

2. Что такое ИЗА? Как он рассчитывается?

3. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: оксид азота – 0,47 мг/м³; аммиак – 0,038 мкг/м³; диоксид серы – 1,2 мг/м³; оксид углерода – 2,7 мг/м³; бензол 0,8 мг/м³; пыль 0,61 мг/м³; диоксид азота 0,05 мг/м³.

4. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: диоксид азота – $0,027 \text{ мг/м}^3$; диоксид серы – $0,057 \text{ мг/м}^3$; оксид углерода – $4,2 \text{ мг/м}^3$; бенз(а)пирен $0,0005 \text{ мг/м}^3$; свинец $4 \cdot 10^{-5} \text{ мг/м}^3$; пыль $1,3 \text{ мг/м}^3$.

5. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: сероводород – $5 \cdot 10^{-3} \text{ мг/м}^3$; бенз(а)пирен – $0,0002 \text{ мкг/м}^3$; диоксид серы – $0,37 \text{ мг/м}^3$; оксид азота – $0,69 \text{ мг/м}^3$; бензол $0,8 \text{ мг/м}^3$; пыль $0,24 \text{ мг/м}^3$.

6. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: диоксид серы – $0,5 \text{ мг/м}^3$; оксид углерода – $1,2 \text{ мг/м}^3$; бензол $0,002 \text{ мг/м}^3$; свинец $0,7 \cdot 10^{-4} \text{ мг/м}^3$; пыль $1,6 \text{ мг/м}^3$; диоксид азота – $0,006 \text{ мг/м}^3$; бенз(а)пирен – $0,0003 \text{ мкг/м}^3$; оксид азота $0,022 \text{ мг/м}^3$.

7. Рассчитайте ИЗА, если среднее содержание загрязнителей в атмосферном воздухе в пункте наблюдения составило: пыль $0,82 \text{ мг/м}^3$; сероводород $1 \cdot 10^{-3} \text{ мг/м}^3$; диоксид азота – $0,09 \text{ мг/м}^3$; бенз(а)пирен – $0,001 \text{ мкг/м}^3$; диоксид серы – $1,9 \text{ мг/м}^3$; оксид углерода – $1,8 \text{ мг/м}^3$; бензол $0,01 \text{ мг/м}^3$.

8. Что такое комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха? Как он определяется?

9. При каких значениях комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха территории относят к зонам чрезвычайной экологической ситуации? К зонам экологического бедствия?

10. ПДК максимально разовая SO_2 составляет $0,5 \text{ мг/м}^3$. Какой может быть (больше или меньше) ПДК для рабочей зоны?

11. ПДК максимально разовая SO_2 составляет $0,5 \text{ мг/м}^3$. Какой может быть (больше или меньше) ПДК среднесуточная?

12. ПДК максимально разовая для летучей золы составляет $0,5 \text{ мг/м}^3$. Какой может быть (больше или меньше) ПДК для рабочей зоны?

13. ПДК максимально разовая для летучей золы составляет $0,5 \text{ мг/м}^3$. Какой может быть (больше или меньше) ПДК среднесуточная?

14. Максимальная разовая ПДК для CO составляет 5 мг/м^3 , какой будет среднесуточная концентрация этого вещества: 1) 3 мг/м^3 ; 2) 6 мг/м^3 ; 3) 7 мг/м^3 ; 4) 10 мг/м^3 ; 5) такая же?