

Оценка безопасности воздуха населенных пунктов

- *В настоящее время известно немало различных подходов и показателей, применяемых для оценки загрязненности атмосферного воздуха.*
- Для оценки степени загрязнения атмосферы, средние и максимальные концентрации веществ относят к санитарно-гигиеническому нормативу – ПДК.

ПДК для воздуха

- **ПДК среднесуточная (ПДК_{сс})** – концентрация вредного вещества в воздухе **населенных мест**, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании.

- ПДК_{сс} рассчитана на все группы населения и на неопределенно **долгий** период воздействия и, следовательно, является **самым жестким санитарно-гигиеническим нормативом**, устанавливающим концентрацию вредного вещества в воздушной среде.
- ПДК_{сс} является **эталон**ом для оценки благополучия **воздушной среды в жилой зоне**.

- **ПДК** **максимально** **разовая** ($\text{ПДК}_{\text{мр}}$) — концентрация вредного вещества в воздухе **населенных мест**, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных реакций в организме человека.

- **ПДК в воздухе рабочей зоны (ПДК_{рз})** — концентрация, которая при **ежедневной** (кроме выходных дней) **работе в течение 8 часов**, или при другой продолжительности, но **не более 40 часов в неделю**, на протяжении всего **рабочего стажа** не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

- **Рабочей зоной** считают пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площади, на которой находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Соотношение различных видов ПДК в воздухе

Вещество	ПДК_{сс}, мг/м³	ПДК_{мр}, мг/м³	ПДК_{рз}, мг/м³
Оксид азота (II)	0,06	0,6	30
Кобальта сульфат	0,0004	0,001	0,005
4-хлоранилин	0,01	0,04	0,30

Классы опасности веществ

- Признаки определения класса опасности вредных веществ установлены стандартом ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

- *Согласно ГОСТу* **вредное вещество** – вещество, которое при контакте с организмом человека **может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья,** обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

- По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:
- **1-й – чрезвычайно опасные;**
- **2-й – высокоопасные;**
- **3-й – умеренно опасные;**
- **4-й – малоопасные.**

- Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, приведенных в табл.
- Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по **показателю**, значение которого соответствует наиболее **высокому классу опасности**.

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
ПДК _{рз} , мг/м ³	<i><0,1</i>	<i>0,1-1,0</i>	<i>1,1-10,0</i>	<i>>10,0</i>
ЛД50 при введении в желудок, мг/кг	<i><15</i>	<i>15-150</i>	<i>151-5000</i>	<i>>5000</i>
ЛД50 при нанесении на кожу, мг/кг	<i><100</i>	<i>100-500</i>	<i>501-2500</i>	<i>>2500</i>
ЛД50 концентрация в воздухе, мг/куб.м	<i><500</i>	<i>500-5000</i>	<i>5001-50000</i>	<i>>50000</i>

Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	>300	$300-30$	$29-3$	<3
Зона острого действия	$<6,0$	$6,0-18,0$	$18,1-54,0$	$>54,0$
Зона хронического действия	$>10,0$	$10,0-5,0$	$4,9-2,5$	$<2,5$

- **ЛД50** (полулетальная доза) – средняя доза вещества, вызывающая гибель **половины** членов испытываемой группы – масса **вещества** на единицу массы **подопытного экземпляра**, **мг вещества/кг тела**.
- *Один из наиболее широко применяемых показателей опасности ядовитых и умеренно-токсичных веществ.*

- **Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)** – отношение максимально возможной концентрации паров загрязнителя к его средней смертельной концентрации.

- **Зона острого действия** — *количественная характеристика опасности острого действия яда:* отношение величины средней смертельной дозы к порогу острого действия:

- $Z_{ac} = \text{ЛД50} / \text{Lim}_{ac}$.

- **Порог острого действия** Lim_{ac} – минимальная (пороговая) концентрация вещества, вызывающая изменение биологических показателей на уровне организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций.

- **Зона хронического действия** – показатель опасности **хронического отравления**: отношение величины порога **острого действия** яда к порогу его **хронического действия**:

- $Z_{cr} = \text{Lim}_{ac} / \text{Lim}_{cr}$

- **Порог хронического действия Lim_{cr}** - минимальная (пороговая) концентрация вредного вещества, вызывающего вредное действие в хроническом эксперименте по 4 часа 5 раз в неделю на протяжении не менее 4 месяцев.

Расчет категорий опасности предприятия

- Для оценки степени воздействия предприятий на атмосферу города используют категорию опасности предприятия (**КОП**).
- Физический смысл: КОП – объем воздуха, необходимый для разбавления выбросов загрязняющих веществ над территорией предприятия до уровня ПДК, измеряют в м³/с.

- КОП определяют через характеристики выбросов в атмосферу отдельных веществ:

- $$КОП = \sum_{i=1}^m КОВ_i = \sum_{i=1}^m \left(\frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{\alpha_i}$$

$$КОВ_i = \left(\frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{\alpha_i}$$

- m – количество загрязняющих веществ,;
- $КОВ_i$ – категория опасности i -го вещества, $м^3/с$;

- M_i – масса выбросов i -ой примеси в атмосферу, мг/с, для перехода от т/год к мг/с используют коэффициент:

$$31,7 = 10^9 / 3600 \cdot 24 \cdot 365;$$

- $ПДК_i$ – среднесуточная ПДК i -го вещества в атмосфере населенного пункта, мг/м³;

α_i – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -го вещества с вредностью диоксида серы.

Класс опасности	1	2	3	4
α	1,7	1,3	1,0	0,9

Предприятия по КОП делят в соответствии с **граничными условиями:**

Категория опасности предприятия	Значения КОП
I	$\geq 31,7 \times 10^6$
II	$[31,7 \times 10^4 - 31,7 \times 10^6)$
III	$[31,7 \times 10^3 - 31,7 \times 10^4)$
IV	$< 31,7 \times 10^3$

Задание

По данным таблицы определить категории опасности веществ и предприятия

Вещество	Масса выбросов, т/год	Класс опасности	ПДК _{с.с.} , мг/м ³
Диоксид азота	3,521	2	0,04
Диоксид серы	1,136	3	0,05
Оксид углерода	12,643	4	3,0
Пыль	4,092	3	0,15

$$KOB_{NO_2} = \left(\frac{3,521 \cdot 31,7}{0,04} \right)^{1,5} = 30700 = 3,07 \cdot 10^4 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$KOB_{SO_2} = \left(\frac{1,136 \cdot 31,7}{0,05} \right)^{1,0} = 720,2 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$KOB_{\text{пыль}} = \left(\frac{4,092 \cdot 31,7}{0,15} \right)^{1,0} = 866,7 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$KOB_{CO} = \left(\frac{12,643 \cdot 31,7}{3} \right)^{0,9} = 81,7 \text{ м}^3 / \text{с}$$

- $KOP = 3,07 \cdot 10^4 + 720,2 + 866,7 + 81,7$
 $= 3,24 \cdot 10^4 \text{ (м}^3\text{/с)}$
- – 3 категория:

Категория опасности предприятия	Значения КОП
I	$\geq 31,7 \cdot 10^6$
II	$[31,7 \cdot 10^4 - 31,7 \cdot 10^6)$
III	$[31,7 \cdot 10^3 < 3,24 \cdot 10^4 < 31,7 \cdot 10^4)$
IV	Безопасность воздуха $\leq 31,7 \cdot 10^3$

Оценка состояния атмосферы населенных пунктов

- Для оценки состояния атмосферы населенных пунктов проводят обработку и обобщение данных наблюдений за содержанием вредных примесей.

Цели:

- получение информации об **уровне** загрязнения атмосферы и **причинах** загрязнения атмосферы,
- определение **тенденций** изменения уровня загрязнения атмосферы,
- разработка **рекомендаций** по его снижению,
- доведение **информации** до государственных органов и широкой общественности

- Результаты обобщения информации служат для выявления:
- 1) городов с **наиболее высоким уровнем** загрязнения атмосферы,
- 2) **источников выбросов вредных веществ,** вносящих **наибольший вклад** в уровень загрязнения атмосферы городов,
- 3) **вредных веществ,** содержание которых в атмосфере определяет загрязнение воздуха в городах.

Показатели

- **СИ – стандартный индекс:** наибольшая измеренная разовая концентрация примеси C_t , деленная на ПДК_{мр} данной примеси $C_t / \text{ПДК}_{\text{мр}}$
- **Определяется из данных наблюдений за год на всех постах за всеми примесями.**
- **Характеризует степень кратковременного загрязнения.**

- **НП** – наибольшая повторяемость превышения концентрации над $\text{ПДК}_{\text{мр}}$ по данным измерений на всех постах за всеми примесями, измеряют в %.

- **ИЗА-5 – комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА).**
- **Величина КИЗА рассчитывается по значениям средних за год концентраций, поэтому она характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.**

- Единичные показатели загрязнения атмосферы называют единичными индексами загрязнения атмосферы (**ИЗА_i**).

$$ИЗА_i = \left(\frac{C_i}{ПДК_i} \right)^{\alpha_i}$$

- C_i – средняя концентрация, мг/м³,
- $ПДК_i$ – **среднесуточная ПДК**, мг/м³,
- α_i – константа приведения степени вредности вещества к вредности сернистого газа.

- Для расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА-5) используют значения единичных индексов ИЗА тех пяти веществ, у которых эти значения **наибольшие**:

$$ИЗА - 5 = \sum_{i=1}^5 ИЗА_i$$

- **Комплексный индекс загрязнения атмосферы** рассчитывается на основе **данных стационарных наблюдений** с учетом **всей номенклатуры определяемых вредных веществ.**

- В основу расчета ИЗА-5 приняты следующие **положения:**

- опасность воздействия на здоровье человека зависит от отдельных вредных веществ, от класса опасности конкретного вещества,

- по мере увеличения превышения предельно допустимой концентрации веществ, возрастает опасность воздействия на здоровье человека.

- Расчет индекса загрязнения атмосферы **основан на предположении, что на уровне ПДК все вредные вещества характеризуются одинаковым влиянием на человека, а при увеличении концентрации степень их вредности возрастает с различной скоростью, которая зависит от класса опасности вещества.**

Алгоритм:

1. Рассчитываются значения индексов $ИЗА_i$.
2. Составляется убывающий ряд величины $ИЗА_i$.
3. Рассчитывается комплексный $ИЗА-5$, учитывающий 5 первых веществ в этом ряду, *т. е. веществ, имеющих максимальный ИЗА.*

- Качество атмосферного воздуха характеризуется величинами СИ, НП и ИЗА-5 согласно таблице.
- Если ИЗА-5, СИ и НП попадают в **разные градации**, то уровень загрязнения **устанавливается по величине комплексного показателя ИЗА-5.**

Степень загрязнения атмосферы

Показатели загрязнения атмосферы	СИ	[0-2)	[2-5)	[5-10]	>10
	НП, %	[0-1)	[1-20)	[20-50]	>50
	ИЗА-5	[0-5)	[5-7)	[7-14]	>14
Градации загрязнения атмосферы		I	II	III	IV
Оценка загрязнения атмосферы		Низкое	Повышенное	Высокое	Очень высокое

Рассчитать ИЗА-5, определить по нему качество атмосферы

Вещество	ПДК _{сс} , мг/м ³	класс опасности	C, мг/м ³
Пыль	0,15	3	0,4
Двуокись серы	0,05	3	0,01
Двуокись азота	0,04	2	0,03
Окись азота	0,06	3	0,06
Бенз(а)пирен, (мкг/м ³)	0,001	1	0,004
Серовуглерод	0,005	2	0,01
Аммиак	0,04	4	0,03
Формальдегид	0,003	2	0,01
Сажа	0,05	3	0,2
Фтористый водород	0,005	3	0,008