

ЗАГРЯЗНЕНИЕ - **привнесение** в среду или **возникновение** в ней новых, не характерных для нее физических, химических, биологических факторов, приводящих к превышению естественного среднесноголетнего уровня концентраций перечисленных агентов в среде, и, как следствие, к негативным воздействиям на людей и окружающую среду.

Развернутая характеристика. **ЗАГРЯЗНЕНИЕ** - неблагоприятное изменение окружающей среды, которое целиком или частично является результатом человеческой деятельности. Прямо или косвенно меняет распределение приходящей энергии, уровни радиации, физико-химические свойства окружающей среды и условия существования живых существ. Эти изменения могут влиять на человека прямо или косвенно, через сельскохозяйственную продукцию, воду или другие биологические продукты (вещества).

ЗАГРЯЗНЕНИЕ

по происхождению:

природное
(пыльные бури, вулканы, сели и проч.)

антропогенное
(промышленность, транспорт и пр.)

по объектам загрязнения:

поверхностных и
подземных вод

атмосферного
воздуха

почвы

околоземного космического
пространства

по природе загрязнителя:

физическое
(параметрическое)

химическое
(ингредиентное)

биологическое

Тепловое

Шумовое

электромагнитное

радиационное

органическое

минеральное

биогенное

микробиологическое

биоценотическое

НИЧТО НЕ ЛИШЕНО ЯДОВИТОСТИ (Парацельс)

- **Вредные вещества** – вещества, воздействие которых на биологические системы может привести к отрицательным последствиям



- * **Яд** – вещество, вызывающее отравление или смерть при попадании в организм.
 - * *Абсолютных ядов в природе не существует, то есть нет таких химических веществ, которые способны приводить к отравлению при любых условиях.*
 - * **Интоксикация (отравление)**(греч. toxikon яд) - патологическое состояние, вызванное общим действием на организм токсических веществ эндогенного или экзогенного происхождения.
- Отравление – это «химическая травма»***

* Яды биологической природы (животных, растений и бактерий) - **ТОКСИНЫ**.

* Яды небиологической природы - **ТОКСИКАНТЫ**.

Ксенобиотики - чужеродные для организмов химические вещества, **не входящие в естественный биотический круговорот**. Попадая в живые организмы, могут вызывать нежелательные эффекты:

- Токсические или аллергические реакции
- Изменения наследственности
- Снижение иммунитета
- Специфические заболевания
- Нарушение обмена веществ
- Нарушение естественного хода природных процессов в экосистемах

Примеры ксенобиотиков:

- Тяжелые металлы
- Фреоны
- Пластмассы
- Полициклические и галогенированные ароматические углеводороды и др.

- **Токсичность** - способность различных химических элементов или их соединений оказывать вредное воздействие на биоту (микроорганизмы, грибы, растения, животных и человека), что ведет к заболеваниям или, в тяжелых случаях, к гибели

- Действие вещества на организмы зависит от концентрации: одно и то же вещество в малых концентрациях может быть полезным, а в больших – вредным.
- В настоящее время общепризнано, что **нет токсических веществ, но есть токсические концентрации.**

Реакция организма

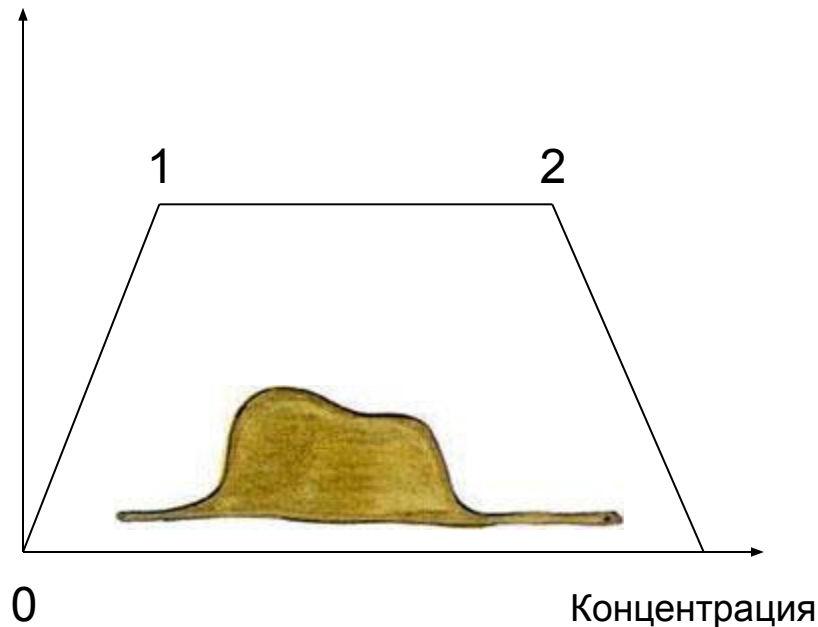


Схема реагирования живого организма на изменение концентраций химических веществ, являющихся компонентами внутреннего круговорота

Реакция организма

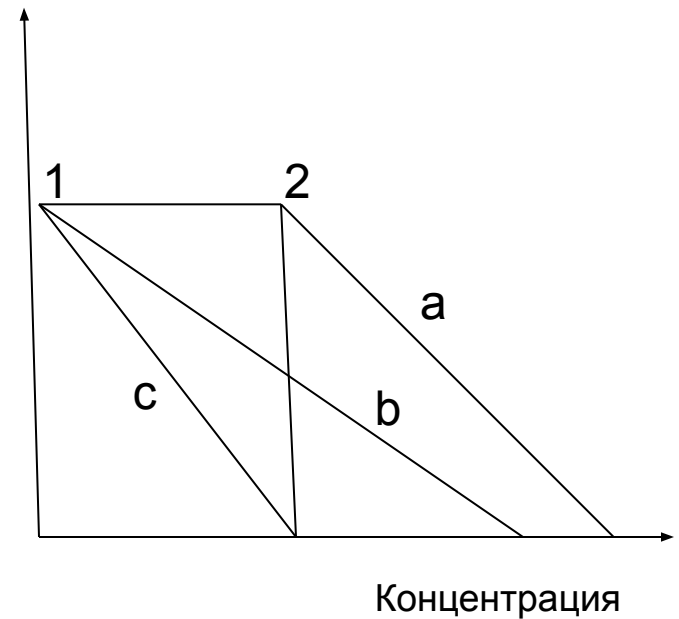


Схема реагирования живого организма на изменение концентраций химических веществ, не участвующих во внутреннем круговороте

Два типа токсичных веществ:

- Абсолютно токсичные – вещества, токсичные при любых концентрациях (кривые b и c).
Ксенобиотики
- Ограниченно токсичные – химические вещества, для которых существует плато приспособляемости (кривая a)

Доза – количество вещества, введенное или попавшее в организм (отнесенное к единице массы тела человека или животного) и дающее определенный токсический эффект.

Доза токсическая - доза, вызывающая в организме патологические изменения, не приводящие к смертельному исходу. Токсические дозы занимают диапазон доз от минимальной токсической до минимальной смертельной.

Доза токсическая минимальная (MTD) - это пороговая доза в отношении эффекта, выходящего за пределы нормальных физиологических реакций.

Доза смертельная минимальная (MLD) - доза, вызывающая за фиксированный период времени гибель единичных, наиболее чувствительных подопытных животных; принимается за нижний предел дозы смертельной.

Доза смертельная средняя (DL_{50}) - доза, вызывающая за фиксированный период времени гибель 50% подопытных животных.

Доза смертельная абсолютная (DL_{100}) - доза, вызывающая за фиксированный период времени гибель не менее, чем 99% подопытных животных.

размерность мг/кг, мкг/кг, моль/кг (СИ).

Пути попадания токсических веществ

* через рот, парентерально (подкожно, внутримышечно, внутривенно), через легкие, неповрежденную кожу и другими способами.

Выделение ядов

происходит через почки, легкие, печень, слизистые оболочки, крупные железы

Особенности повторного воздействия вредных веществ

- В случае повторных воздействий вредных веществ на биологический объект, картина возникающих эффектов значительно усложняется. При этом одновременно протекают два процесса: адаптация и кумуляция.

- Вредное вещество может постепенно накапливаться в организме при повторных воздействиях. Это происходит тогда, когда поступление вещества в организм превышает выведение его из организма. Это явление называется материальной кумуляцией.*

- При этом может происходить нарастание изменений биологического объекта, вызванное повторным воздействием веществ. Такое явление называется функциональной кумуляцией (*материальная кумуляция приводит к функциональной*).
- После воздействия вредного вещества не происходит полного восстановления нарушенных функций биологического объекта и в результате накопления незначительных изменений возникает патологический процесс.

- Кумуляция определяется коэффициентом кумуляции - *отношение величины суммарной дозы вещества, вызывающей определенный эффект (чаще смертельный) у 50% подопытных животных при многократном дробном введении, к величине дозы, вызывающей тот же эффект при однократном воздействии*

$$\hat{E}_{\hat{e}} = \frac{\sum DL_{50}}{DL_{50}}$$

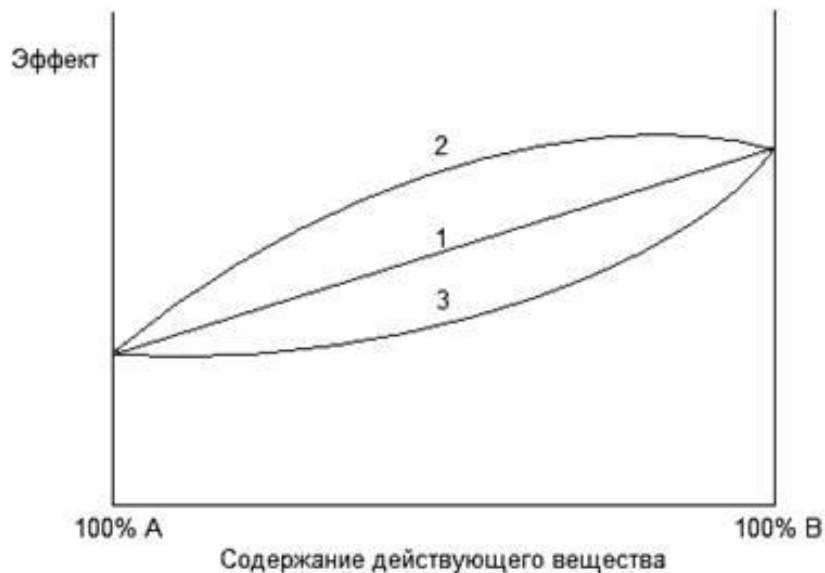
Коэффициент кумуляции, приближающийся к единице, указывает на резко выраженное кумулятивное действие. Если его значение больше 5, то кумулятивное действие слабое.

- **Адаптация к действию химических веществ** – это истинное приспособление организма к изменяющимся условиям окружающей среды (особенно химическим), которое происходит без необратимых нарушений данной биологической системы и без превышения нормальных (гомеостатических) способностей ее реагирования.

Комбинированное, комплексное и сочетанное действие

- Комбинированное действие вредных веществ – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких веществ при одном и том же пути поступления.
- Комбинированное действие веществ может приводить к следующим эффектам

Варианты эффекта
комбинированного действия веществ:



1 – суммация (аддитивность) – явление аддитивных эффектов, индуцированных комбинированным воздействием;

2 – потенцирование (синергизм) – усиление эффекта действия, эффект больше, чем сумма;

3 – антагонизм – эффект комбинированного воздействия, менее ожидаемого при простой суммации.

- **Аддитивным** называют комбинированное действие токсикантов, если по силе оно равно сумме индивидуальных эффектов ($2+3=5$).
Например, при остром ингаляционном отравлении белых крыс смесью фенола с формальдегидом (321:20 мг/кг) величины вероятного ожидаемого суммарного эффекта и полученного комбинированного эффекта равны (75 % погибших животных в группе).
- **Синергическим** называют комбинированное действие токсикантов, в десятки раз превосходящее индивидуальный эффект ($2+2=20$).
Например, CCl_4 и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ являются гепатотоксичными веществами, но при совместном приеме они вызывают более выраженные повреждения печени, чем по отдельности.
- **Потенцирование эффекта** наблюдается в тех случаях, когда вещество не вызывает повреждений органа/ткани, но при совместном приеме с другим ксенобиотиком усиливает эффект токсичного компонента ($0+2=10$). Например, изопропанол не является гепатотоксичным соединением, но при приеме внутрь в комбинации с четыреххлористым углеродом, усиливает его гепатотоксичность.
- **Антагонизм** при комбинированном воздействии возникает в случае взаимодействия двух токсичных веществ между собой или при их конкурирующем влиянии на мишень токсичности ($3+5=1$). Например, токсичность иона свинца Pb^{+2} снижается при внутривенном введении антидота – трилона Б (обладающего генотоксичностью) вследствие связывания токсичного иона атомами антидота.

Классификация вредных веществ

1. Химическая классификация:

- Органические
- Неорганические
- Элементоорганические.

Элементоорганические соединения — органические вещества Элементоорганические соединения — органические вещества, в которых углерод Элементоорганические соединения — органические вещества, в которых углерод непосредственно связан с атомами, отличными от водорода Элементоорганические соединения — органические вещества, в которых углерод непосредственно связан с атомами, отличными от водорода, кислорода Элементоорганические соединения — органические вещества, в которых углерод непосредственно связан с атомами, отличными от водорода, кислорода, серы Элементоорганические соединения — органические вещества, в которых углерод непосредственно связан с атомами, отличными

2. Практическая классификация:

- Промышленные яды: органические растворители (дихлорэтан, четыреххлористый углерод), топливо (пропан, бутан), красители (анилин, индофеноловые соединения), хладоагенты (фреоны), химические реагенты (метанол, уксусный ангидрид), пластификаторы (диметилфталат).
- Пестициды — инсектициды, зооциды, фунгициды, бактерициды и т.д.
- Лекарственные средства
- Бытовые токсиканты — пищевые добавки, средства санитарии, личной гигиены, средства ухода за одеждой, мебелью, автомобилями и др.
- Биологические растительные и животные яды
- Боевые отравляющие вещества (зарин, иприт, фосген и др.)

3. Гигиеническая классификация:

1. Чрезвычайно опасные вещества

2. Высокоопасные вещества

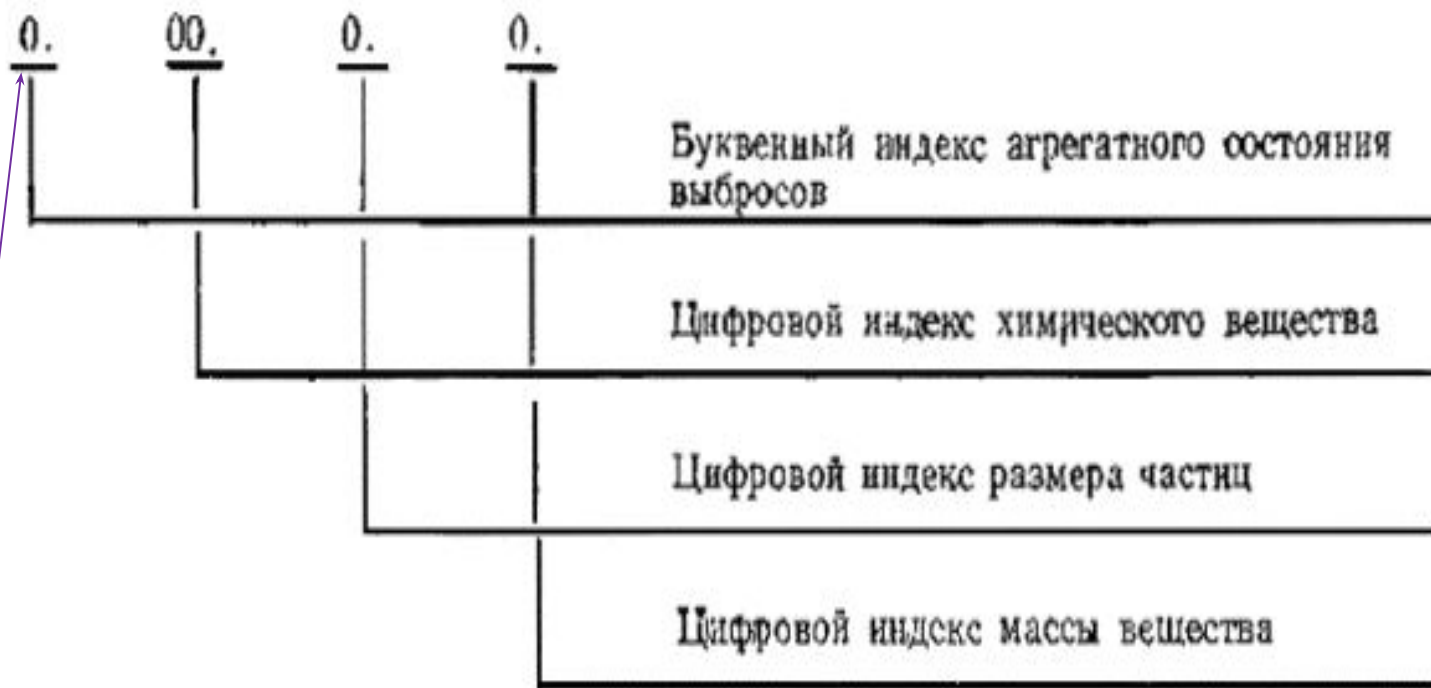
3. Умеренно опасные вещества

4. Малоопасные вещества

ГОСТ 17.2.1.01-76

Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу

Структура построения условного обозначения выбросов



При отсутствии какого-либо индекса ставят цифру 0.

Примеры условных обозначений :

выброс, состоящий из сернистого ангидрида с массой 2000 кг/ч, кислоты размером частиц от 0,5 до 3 мкм и массой 50 кг/ч, сажи с размером части 1 мкм и массой 60 кг/ч:

A.01.0.5.K.20.2.3.T.23.2.3»

- **Экологическое нормирование - предполагает учёт допустимой нагрузки на экосистему**
- Допустимой считается такая нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы **не** превышает естественных изменений, **не** вызывает нежелательных последствий у живых организмов и **не** ведет к ухудшению качества среды
- Учитывают влияние примесей окружающей среды на растительность и животных. Широкое применение чувствительность растений и животных нашла в биологическом мониторинге
- Экологическое нормирование состояния окружающей среды на практике фактически не реализовано

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

- В основе санитарно-гигиенического нормирования лежит понятие **ПДК**

ПДК химического соединения во внешней среде – такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни – прямо или опосредованно через экологические системы, а также через возможный экономический ущерб – **не** возникает соматических или психических заболеваний (в т. ч. скрытых и временно компенсированных) или изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений

- Санитарно-гигиеническое нормирование охватывает все среды – воздух, воду, почву
- Установление ПДК для каждого отдельного вещества требует продолжительных экспериментов и исследований

**Согласно ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ
«Вредные вещества. Классификация и общие
требования безопасности».**

**По степени воздействия на организм вредные
вещества подразделяются на четыре класса опасности.**

Класс опасности	Степень опасности
I	чрезвычайно опасные вещества
II	высокоопасные вещества
III	умеренно опасные вещества
IV	малоопасные вещества

Класс опасности вредных веществ по ПДК в воздухе рабочей зоны

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	I	II	III	IV
<u>ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м³</u>	менее 0,1	0,1—1,0	1,1—10,0	более 10,0

Класс опасности вредных веществ по значениям средних смертельных **доз** и концентраций

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	I	II	III	IV
<u>Средняя смертельная доза (ЛД₅₀) при введении в желудок, мг/кг</u>	менее 15	15—150	151—5000	более 5000
<u>Средняя смертельная доза (ЛД₅₀) при нанесении на кожу, мг/кг</u>	менее 100	100—500	501—2500	более 2500
<u>Средняя смертельная концентрация (ЛК₅₀) в воздухе, мг/м³</u>	менее 500	500—5000	5001—50 000	более 50000

Качество атмосферного воздуха – совокупность свойств атмосферы, определяющая степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

Нормативы качества воздуха

Допустимые пределы содержания вредных веществ в **производственной** зоне предназначенной для размещения промышленных предприятий, опытных производств научно-исследовательских институтов и т.п.)

Допустимые пределы содержания вредных веществ в **селитебной** зоне (предназначенной для размещения жилого фонда, общественных зданий и сооружений) населенных пунктов.

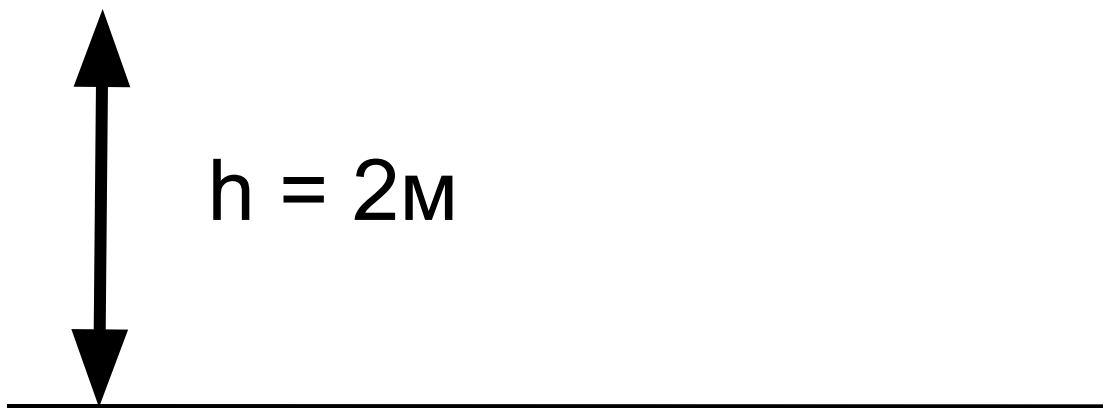
Гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны

- На содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны устанавливаются предельно допустимые значения – предельно допустимых концентраций (ПДКрз).
- Значения ПДКрз определены в следующих нормативных документах:
 - Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03 (с изм. от 29 июня 2017 года)
**«ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ.
ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ (ПДК)
ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ»**
(2467 веществ, соединений и их производных)
 - ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. «ОБЩИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОЗДУХУ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ»
(1307 веществ, соединений и их производных)

Для всех известных и применяемых в промышленности веществ ПДК измеряются в **мг/м³**.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК_{рз}) –

это концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны в мг/м³, эта концентрация не должна вызывать у работающих при ежедневном вдыхании в течение 8 часов и **не более 40 часов в неделю** за всё время рабочего стажа, каких-либо заболеваний или отклонений от нормального состояния здоровья, которое могло бы быть обнаружены современными методами исследования *непосредственно* во время работы или в *отдалённые сроки*



Рабочая зона - пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площади, на которой находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

- Для промышленной площадки считается допустимым, присутствием вредных веществ с **max** концентрацией **не более 30 %** от их допустимой концентрации в рабочей зоне

$$\text{ПДК р.пл.} = 0,3 \text{ ПДК р.з.}$$

- Это позволяет использовать атмосферный воздух вне производственных помещений для воздухозабора и вентиляции рабочей зоны.

Если в воздухе рабочей зоны находятся несколько веществ, обладающих **независимым действием**, то концентрация **С** каждого не должна превышать установленное для него значение $\text{ПДК}_{\text{рз}}$

$$C \leq \text{ПДК}_{\text{рз}}$$

Если в воздухе рабочей зоны находятся ***n*** веществ, обладающих **суммацией** действия, то сумма отношений концентрации ***C_i***, каждого вещества к её ПДК_{рзi}, не должна быть больше единицы

$$\sum C_i / \text{ПДК}_{\text{рз}} \leq 1$$

Если в воздухе рабочей зоны находятся вещества, обладающие **синергизмом** и **антагонизмом** действия, то должно выполняться условие

$$\sum C_i X_i / \text{ПДК}_{рзi} \leq 1,$$

где X_i - поправка, учитывающая усиление или ослабление действия вещества

Для большинства веществ ПДК р.з.
является **максимально** разовой
(ПДК м.р.) для воздуха на
территории предприятия

МАКСИМАЛЬНАЯ РАЗОВАЯ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ (ПДК_{м.р.}) -

максимальная 20 минутная концентрация,
при воздействии которой у человека не
возникают рефлекторные реакции (задержка
дыхания, изменение биопотенциалов коры
головного мозга, ощущение запаха,
раздражение слизистых и т. п.)
(ирритантное действие).

- В основу установления максимальной разовой ПДК положен **принцип предотвращения рефлексорных реакций** у человека.
- Максимальная (разовая) концентрация ПДК_{м.р.} – **наиболее высокая** из числа 20-минутных концентраций, зарегистрированных в данной точке за определенный период наблюдения.

- **ПДКс.с.** – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация **не** должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при **неопределенно долгом** круглосуточном вдыхании.

ГН 2.1.6.3492-17 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений"

Нормируется содержание **643** веществ, соединений и их производных

ПДКс.с. является самым жёстким санитарно-гигиеническим нормативом, устанавливающим концентрацию вредного вещества в воздушной среде. Эта величина ПДКсс может выступать в качестве «эталона» для оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне.

- Среднесуточная концентрация ПДКс.с. – средняя из числа концентраций, выявленных в течение суток или отбираемая непрерывно в течение 24 ч.
- В основу определения среднесуточной концентрации положен принцип предотвращения **резорбтивного** действия на организм.
- *Резорбтивное действие - возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности ее вдыхания.*

- В жилой зоне и на других территориях проживания населения **должны** соблюдаться ПДКс.с.
- В местах массового отдыха населения, на территориях размещения лечебно-профилактических учреждений длительного пребывания больных и центров реабилитации **0,8 ПДКс.с.**

Необходимость раздельного нормирования **ПДКс.с.** и **ПДКр.з.** обусловлена тем, что на предприятиях находятся в течение рабочего дня практически здоровые люди, а в населенных пунктах круглогодично находятся не только взрослые, но и дети, больные люди, беременные и кормящие женщины

Ориентировочно безопасный уровень воздействия – ОБУВ

временный гигиенический **норматив** содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест, воде водоемов, продуктах питания.

ГН 2.2.5.2308-07 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
на 21 октября 2016 - 580 веществ

И

Гигиенические нормативы **ГН 2.1.6.2309-07** ОБУВ загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест на 21 октября 2016 - 1575 веществ

Используется для целей **предупредительного** санитарного **надзора**. Устанавливается расчетным методом по физико-химическим свойствам для химических веществ на которые ПДК не установлены и **обосновывается** каждые **2** года для воздуха и каждые **3** года – для воды

Принципы гигиенического нормирования

ПДК ведущий критерий качества окружающей среды для оценки опасности экологической обстановки, расчета предельно допустимых выбросов и сбросов (ПДВ и ПДС), установления связи загрязнения окружающей среды с риском развития нарушений здоровья населения.

ПДК антропоцентричны и не гарантируют отсутствие биоэкологических изменений (нарушения экосистем, влияние на популяции и различные виды).

В основе методологии гигиенического нормирования химических веществ в производственной и окружающей среде лежат следующие принципы:

- безвредности гигиенического норматива;
- опережения обоснования и осуществления профилактических мероприятий;
- порогового действия вредных факторов;
- для мутагенов и канцерогенов вопрос о пороговом специфическом их действии окончательно не решён