

Гигиеническая  
регламентация вредных  
химических веществ  
в воздухе



# Последствия химизации промышленности и сельского хозяйства

1. Загрязнение окружающей среды.
2. Возможность экологических катастроф.
3. Социально-биологическая адаптация человека отстаёт от изменения качества окружающей среды.



# Пути решения проблемы загрязнения окружающей среды

1. Строительство безотходных предприятий (заводов, фабрик, ТЭЦ, котельных, автомобилей и т.д.).
2. Отказ от применения удобрений и химических средств защиты растений.
3. Гигиеническая регламентация вредных химических веществ – ПДК.
4. Разработка и внедрение в практику мероприятий, направленных на не превышение ПДК.

# Токсикология

- наука о законах, обуславливающих проявление вредного действия химических факторов внешней среды на организм  
(И.В. Саноцкий, 1970).



# Предельно допустимая концентрация вредного вещества в окружающей среде

ПДК – это такая максимальная 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 том числе скрытых и временно компенсированных) или изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методиками исследования сразу или в отдалённые сроки жизни настоящего или последующих поколений.

# Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны

ПДК – концентрация, которая при ежедневной работе в течение всего рабочего стажа (с учётом комплексного, комбинированного, и сочетанного действия, а также вредного действия, опосредованного через повреждение окружающей среды) не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы и в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Примечание: ПДК устанавливается не для всех работающих. Лица с повышенной чувствительностью должны быть защищены дополнительными мерами.

(И.В.Саноцкий, 1996).



# Рабочая зона

- пространство высотой до 2 метров над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих (СН 245-63).



# Значение ПДК

- ПДК защищает здоровье человека,
- защищает окружающую среду от загрязнения,
- учитывает экономические интересы предприятий, в воздухе которых содержится данное вещество.





# ПДК

лежит в основе разработок различных мероприятий, обеспечивающих соблюдение предельно допустимой концентрации.

Одним из таких мероприятий является обоснование предельно допустимых выбросов (ПДВ) и временно согласованных выбросов (ВСВ) вредных веществ в атмосферный воздух.



# ПДК необходима для расчёта:

- объёма вентиляции,
- высоты заводской трубы,
- степени очистки вентиляционных выбросов,
- ширины санитарно-защитной зоны,
- степени герметизации оборудования и автоматизации производственных процессов,
- степени надёжности средств индивидуальной защиты.



ПДК необходима для врачей,

обслуживающих рабочих предприятий,  
так как при обосновании ПДК:

- изучается клиническая картина острого, подострого и хронического отравления данным веществом,
- устанавливаются точки приложения действия яда,
  - рассчитываются зоны острого и хронического действия вещества,
  - способность его к кумуляции и т.д.
- Эти сведения используются при проведении периодических медицинских осмотров.



# Яд

- химический компонент среды обитания,  
поступающий в количестве  
(реже – качестве),  
не соответствующем врождённому  
или приобретенным свойствам организма,  
и поэтому несовместимый с его жизнью  
(И.В. Саноцкий, 1970).



# Профессиональные яды

- химические вещества, встречающиеся в процессе трудовой деятельности человека в качестве исходных, промежуточных, побочных или конечных продуктов в форме газов, паров или жидкостей, а также пылей, дымов или туманов, оказывающие вредное действие на работающих людей в случае несоблюдения правил техники безопасности и гигиены труда и как следствие последнего попадания в организм в количестве, не соответствующем его наследственным и приобретенным свойствам

(И.В. Саноцкий, 1970).



# Схема гигиенического исследования по обоснованию ПДК вредного химического вещества в воздухе рабочей зоны

Исследование физико-химических свойств  
изучаемого вещества —→ острые опыты  
—→ подострые опыты —→ исследование  
кожно-резорбтивного и эпибульбарного  
действия —→ хронические опыты —→  
обоснование коэффициента запаса —→  
обоснование предельно допустимой  
концентрации —→ корректирование ПДК  
—→ утверждение ПДК в качестве  
санитарного норматива.

# Значение физико-химических свойств вещества (ФХС) для его гигиенической регламентации

ФХС позволяют:

- ориентировочно оценить токсичность и опасность вещества;
- рассчитать ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ), то есть временный норматив;
- обосновать начальные дозы и концентрации вещества для проведения острых опытов;
- выбрать способ введения вещества в организм лабораторных животных.
- рассчитать неизвестные ФХС по известным.

# Сбор сведений о ФХС-вах вещества

- Сведения предоставляет заказчик научно-исследовательской работы.
- Отдельные сведения могут быть в справочной литературе.
- Часть сведений можно получить расчётным путём.
- Некоторые сведения легко установить экспериментально в токсикологической лаборатории.





# Назначение ОСТРЫХ ОПЫТОВ

- Выявление симптомов острой интоксикации.
- Расчёт среднесмертельных доз ( $DL_{50}$ ) и концентраций ( $CL_{50}$ ) вещества и других параметров токсичности.
- Расчёт коэффициента возможности ингаляционного отравления (КВИО).
- Установление «точек приложения» действия вещества.
- Расчёт доз и концентраций вещества для проведения подострых опытов.
- Расчёт ориентировочного безопасного уровня воздействия вещества (ОБУВ).

# Коэффициент возможности ингаляционного отравления

$$КВИО = \frac{C_{\text{насыщающая}}}{CL_{50}} \cdot$$



# Лабораторные животные, используемые для острых опытов

- Белые мыши.
- Белые крысы.
- Морские свинки.
- Кролики.
- Хомячки.

Устанавливаются наиболее чувствительные  
виды животных для их использования в  
последующих опытах.



# Экспозиция острых опытов

- Белые мыши подвергаются воздействию вещества в течение двух часов с последующим двухнедельным наблюдением.
- Другие животные – 4 часа с последующим наблюдением в течение 1 месяца.



# Исследование кожно-резорбтивного действия промышленного яда

- Лабораторные животные: белые крысы, морские свинки, кролики.
- Яд наносится на выбритый участок кожи, или хвост опускается в пробирку с исследуемым веществом, если его агрегатное состояние – жидкость.
- Экспозиция – 1 месяц.



# Местное кожное действие яда

оценивается по местным проявлениям  
токсического действия:

гиперемия,

петехии,

цианоз,

отёк,

некроз,

локальное повышение температуры кожи,

изъязвление и др.



# Кожно-резорбтивное действие

Промышленный яд проникает через неповреждённую кожу и оказывает резорбтивное действие.

Интоксикация устанавливается по изменению гематологических, биохимических, морфологических и др. показателей.



# Исследование эпибульбарного действия промышленного яда

- Исследование выполняется путём внесения исследуемого вещества в конъюнктивальный мешок глаза кролика.
- Действие исследуемого вещества на слизистые глаз можно обнаружить при проведении острых ингаляционных опытов.
- Симптомы интоксикации: гиперемия конъюнктив, слезотечение, блефароспазм, отёк век и др.



# Задачи исследования подострого действия промышленного яда

- Уточнить клиническую картину интоксикации.
- Уточнить «точки приложения» действия яда.
- Обосновать методики выявления интоксикации ядом в последующем хроническом эксперименте.
- Установить способность яда к кумуляции.
- Рассчитать коэффициент кумуляции.
- Определить порог острого действия яда ( $Lim_{ac}$ ).



# Суть подострых опытов

- Используемые животные – два наиболее чувствительных вида.
- Концентрации и дозы –  $1/10$  –  $1/20$  среднесмертельной концентрации или дозы.
- Экспозиция – 4 недели по 4 часа ежедневно для всех животных кроме мышей, которые, как правило, не используются.

# Материальная кумуляция

- это способность  
биологически активного вещества  
накапливаться в тканях  
при повторном введении в организм.



# Функциональная кумуляция

- усиление действия промышленного яда при повторном введении в организм (Г.И.Сидоренко и др., 1978).

Функциональная кумуляция:

- накопление вызываемых биологически активным веществом эффектов при повторном введении в организм лекарственных веществ и ядов (Энциклопедический словарь медицинских терминов, 1983).



Расчёт коэффициента кумуляции:

$$K_{\text{кум}} = \frac{DL_{50_n}}{DL_{50_1}}$$



# Порог острого действия ( $Lim_{ac}$ )

- это минимальная концентрация или доза промышленного яда, вызывающая существенные достоверные изменения в организме.



# Зона острого действия промышленного яда

$$Z_{ac} = \frac{CL_{50}}{Lim_{ac}}$$



# Хронические опыты

Используются 2 вида животных, оказавшихся наиболее чувствительными в острых и подострых опытах.

Экспозиция: 4 месяца по 4 часа ежедневно кроме выходных дней.

Методики выявления токсического действия: по 2-3 методики, характеризующие состояние отдельных органов и систем, то есть «точек приложения» действия яда.



# Задачи хронических ОПЫТОВ:

- Установление порога хронического действия промышленного яда.
- Установление клинической картины хронической интоксикации данным веществом.
- Установление наиболее чувствительных методик, характеризующих токсическое действие яда.



# Порог хронического действия промышленного яда

- минимальная концентрация или доза,  
вызывающая существенные достоверные  
изменения в организме  
при хроническом поступлении яда в  
организм.



# Зона хронического действия промышленного яда:

$$Z_{ch} = \frac{Lim_{ac}}{Lim_{ch}}$$



# Токсичность промышленного яда

- СВОЙСТВО ХИМИЧЕСКОЙ МОЛЕКУЛЫ  
оказывать вредное действие.



# Степень токсичности

измеряется абсолютным количеством  
вещества,  
вызывающим смертельный эффект.



# Абсолютная токсичность

- величина, обратная абсолютному значению дозы или концентрации, вызывающей смерть животных.

Наиболее статистически достоверна  $CL_{50}$  или  $DL_{50}$ .

$$\text{Токсичность} = \frac{1}{CL_{50}}, \dots, \frac{1}{DL_{50}}.$$

# Опасность яда

- ВОЗМОЖНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИНТОКСИКАЦИИ  
при действии яда в естественных условиях.



## Показатели опасности ядов

1. Как правило, чем выше токсичность, тем выше и опасность (но не всегда).
2. Агрегатное состояние (газы опаснее кристаллических веществ).
3. Летучесть вещества и связанная с ней величина насыщающей концентрации яда.
4. Способность к кумуляции.
5. Цвет, запах и вкус вещества, привлекающие внимание человека, особенно детей, или напоминающие цвет, запах и вкус какого-либо пищевого продукта.
6. Отсутствие запаха и вкуса.
7. Коэффициент возможности ингаляционного отравления.
8. Зона острого действия.
9. Зона хронического действия.
10. Способность оказывать специфические виды действия (канцерогенное, мутагенное, эмбриотропное и др.).



# Обоснование ПДК

$$\text{ПДК} = \frac{\text{Lim}_{\text{ch}}}{K_3}$$



# КОРРЕКЦИЯ ПДК

1. Изучается состояние здоровья работающих до начала работы (контакта) с нормируемым веществом (промышленным ядом).
2. Начинается работа в условиях воздействия на работающих промышленного яда, концентрация которого в воздухе рабочей зоны находится на уровне установленной ПДК.
3. В течение 1-го – 3-х лет изучается состояние здоровья работающих, подвергавшихся воздействию промышленного яда на уровне ПДК.
4. Если обнаруживаются первые симптомы неблагоприятного действия промышленного яда, установленная ПДК ужесточается (снижается).
5. Если состояние здоровья работающих не ухудшается, считается, что ПДК обоснована правильно.

# Утверждение ПДК в качестве санитарного норматива

После апробации или коррекции ПДК утверждается главным государственным санитарным врачом РФ в качестве санитарного норматива.

После этого ПДК становится обязательной к соблюдению на всей территории РФ всеми руководителями промышленных предприятий, учреждений и отдельными лицами.

# Недостаток предельно допустимых концентраций

Наличие ПДК допускает возможность  
поступления вредных химических веществ  
в воздух рабочей зоны  
и далее в атмосферный воздух.

Если бы не было ПДК,  
проектировщикам промышленных предприятий  
пришлось бы разрабатывать и внедрять в  
производство  
безотходные технологии,  
исключающие поступление вредных веществ  
в окружающую среду.