

ЛЕКЦИЯ 3
ОСНОВЫ ТОКСИКОЛОГИИ

ТОКСИКОЛОГИЯ

Токсикология (от греч. toxikos - яд)— наука, изучающая законы взаимодействия вредных химических веществ (ядов) и живых организмов.

Яд (ксенобиотик - от греч. xenos — чужой, bios — жизнь) — это химическое вещество, которое при соприкосновении с живыми организмами в определенных условиях среды обитания и в определенных количествах способно оказывать повреждающее влияние на организмы, вплоть до их гибели.

Токсичность - способность химического вещества оказывать вредное воздействие при взаимодействии с живыми организмами.

Промышленная токсикология - наука, изучающая действие на организм химических факторов (вредных веществ) с целью создания безвредных и безопасных условий на производстве.

Основные задачи промышленной токсикологии:

- гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в объектах производственной среды и биосредах;
- гигиеническая экспертиза токсических веществ;
- гигиеническая стандартизация сырья и продуктов.

Наиболее распространенные вредные продукты сгорания органических топлив:

1. Оксид углерода (или угарный газ) CO при попадании в организм, оксид углерода реагирует с гемоглобином крови и препятствует нормальному переносу кислорода.

Диоксид углерода (или углекислый газ) CO₂ сам по себе нетоксичен, не имеет цвета и запаха. Является «парниковым газом».

2. Сернистый ангидрид SO₂ – бесцветный газ с острым запахом, вызывает раздражение дыхательных путей и нарушение обменных и ферментных процессов у людей, является одной из основных причин возникновения смогов.

Серный ангидрид (или триоксид серы) SO₃ также оказывает раздражающее действие на дыхательные пути, кроме того во влажном воздухе способствует образованию аэрозоля серной кислоты, которая активно разрушает конструкции, здания и оборудование.

3. Оксид азота NO – высокотоксичное вещество, оказывающее действие на кровь и нервную систему.

Диоксид азота NO₂ – газ буро-красного цвета. Раздражает и прижигает дыхательные пути, приводит к отеку легких. **Гемииоксид азота N₂O** – бесцветный газ, используемый в медицине в качестве легкого наркоза ("веселящий газ").

4. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) встречаются в продуктах сгорания углеводородных топлив. Наиболее распространенными из них являются бенз(а)пирен, пирен, антрацен, перилен и др. **Бенз(а)пирен C₂₀H₁₂** – твердое кристаллическое вещество желтого цвета, которое накапливается в основном в почве. Является сильным канцерогеном, также может оказывать мутагенное воздействие.

5. Сажа (копоть) – продукт неполного сгорания или углеводородов, более чем на 90% состоит из углеродных атомов. При медленном разложении выделяет бенз(а)пирен. При попадании в организм сажистые частицы могут вызвать злокачественные опухоли.

6. Сероводород H₂S – газ, обладающий сильным характерным запахом. Сероводород очень токсичен, при небольшом содержании в воздухе может вызвать головокружение и тошноту, при высокой концентрации – судороги, отек легких и летальный исход.

КЛАССИФИКАЦИИ ЯДОВ

- по характеру воздействия на организм человека:

- ✓ **общетоксическое** - угарный газ, свинец, ртуть, бензол
- ✓ **раздражающее** - хлор, аммиак, оксиды серы и азота, озон
- ✓ **сенсibiliзирующее** - формальдегид, растворители, нитролаки
- ✓ **канцерогенное** - ароматические углеводороды, хром, никель, асбест
- ✓ **мутагенное** - свинец, марганец, радиоактивные изотопы
- ✓ **влияющее на репродуктивную функцию** - ртуть, свинец, стирол

- по пути проникновения в организм:

- ✓ действие через дыхательные пути
- ✓ пищеварительную систему
- ✓ кожный покров

- по химическим классам соединений

- ✓ органические,
- ✓ неорганические
- ✓ элементоорганические

КЛАССИФИКАЦИИ ЯДОВ

- **по степени токсичности** (чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные, малотоксичные);
- **по степени воздействия на организм:**
 - ✓ **1 – вещества чрезвычайно опасные** (ванадий и его соединения, оксид кадмия, карбонил никеля, озон, ртуть, свинец и его соединения, терефталевая кислота, тетраэтилсвинец, фосфор желтый и др.);
 - ✓ **2 – вещества высоко опасные** (оксиды азота, дихлорэтан, карбофос, марганец, медь, мышьяковистый водород, пиридин, серная и соляная кислоты, сероводород, сероуглерод, тиурам, формальдегид, фтористый водород, хлор, растворы едких щелочей и др.);
 - ✓ **3 – вещества умеренно опасные** (камфара, капролактамы, ксилол, нитрофоска, полиэтилен низкого давления, сернистый ангидрид, спирт метиловый, толуол, фенол, фурфурол и др.);
 - ✓ **4 – вещества малоопасные** (аммиак, ацетон, бензин, керосин, нафталин, скипидар, спирт этиловый, оксид углерода, уайт-спирит, доломит, известняк, магнезит и др.)

Факторы, влияющие на прохождение ядов через организм

Группа факторов	Факторы
Биологические	Видовые и индивидуальные особенности, возраст, пол, масса тела, этнический фактор
Физиологические	Физическая нагрузка, сон и положение тела, состояние стресса, прием пищи, беременность, рода и лактация
Патологические (болезненные) состояния	Патология печени, почек, сердца Инфекционные болезни Онкологические болезни Алкоголизм, наркомания
Факторы окружающей среды	Сезон года, температура Давление кислорода
Химические	Химическая формула, физико-химические свойства вещества, наличие изомеров, радикалов в молекуле
Факторы, связанные с поступлением в организм ксенобиотиков	Доза, концентрация Режим и путь поступления
Взаимодействие ксенобиотиков в организме	Прием алкоголя и курение Прием лекарственных препаратов

Комбинированное действие вредных веществ - это одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления. Различают несколько видов комбинированного действия ядов.

- **Аддитивное действие** – феномен суммированных эффектов, индуцированных комбинированным воздействием. При этом суммарный эффект смеси равен сумме эффектов действующих компонентов. (Например, наркотическое действие смеси углеводов).
- **Потенцированное действие (синергизм)** – усиление эффекта, действие больше, чем суммация. (Например, сернистый ангидрид и хлор, алкоголь и ртуть).
- **Антагонистическое действие** – эффект комбинированного воздействия, менее ожидаемого при простой суммеции. (Например, эзерин и атропин, стрихнин и хлороформ).
- **Независимое действие** – комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого яда. Преобладает эффект наиболее токсичного вещества. (Например, бензол и раздражающие газы, смесь взрывных газов и пылей в рудниках).

Принципы установления предельно допустимых концентраций (ПДК)

1. Определяют токсичность и характер действия вещества при однократном воздействии на организм.

CL_{50} – концентрация вещества, вызывающая гибель половины взятых в опыт животных при 2-4 часовом ингаляционном воздействии.

DL_{50} – доза вещества, вызывающая гибель половины взятых в опыт животных при однократном введении в желудок.

2. Исследуют кожно-резорбтивное и сенсibiliзирующее действие.

3. Устанавливаются пороги острого токсического и раздражающего действия.

4. Изучают характер действия вещества и способность к кумуляции (способности вещества к накоплению в организме) при повторном воздействии на организм.

5. Проводят всестороннее изучение действия вещества на организм в хроническом опыте (включая и отдаленные последствия) с ингаляционными затравками по 4 часа 5 раз в неделю на протяжении не менее 4-х месяцев.

Под предельно допустимой концентрацией веществ в воздухе рабочей зоны понимаются концентрации, которые при ежедневной работе в течение 8 часов, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного **регулирования воздействия** хозяйственной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Нормативы в области охраны окружающей среды - установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении:

- 1) **нормативов качества** окружающей среды;
- 2) **нормативов допустимого воздействия** на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности.

НОРМАТИВЫ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Нормативы качества окружающей среды устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека, рационального использования природных ресурсов, сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов..

В основах нормативов качества лежат три показателя:

а) медицинский — пороговый уровень угрозы здоровью человека, его генетической программе (потомству);

б) технологический — способность экономики обеспечить заданное (минимальное) воздействие на окружающую среду;

в) научно-технический — возможность научно-технических средств контролировать соблюдение пределов воздействия по всем параметрам.

НОРМАТИВЫ КАЧЕСТВА

- ❑ предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе, воде, почвах (ПДК), ориентировочно безопасные уровни воздействия на людей (ОБУВ) или предельно допустимые дозы воздействия вредных веществ на людей (ПДД);
- ❑ нормативы, установленные для физических показателей состояния окружающей среды, в том числе показателей уровней радиоактивности (ПДУ);
- ❑ нормативы для биологических показателей состояния окружающей среды, в том числе видов и групп растений, животных и других используемых как индикаторы качества окружающей среды организмов

НОРМАТИВЫ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду - нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды.

Устанавливаются следующие нормативы:

- **нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов;**
- **технологические нормативы;**
- **технические нормативы;**
- **нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;**
- **нормативы допустимых физических воздействий (количество тепла, уровни шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);**
- **нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды;**
- **нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;**
- **нормативы иного допустимого воздействия на окружающую среду.**

НОРМАТИВЫ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

- **Нормативы допустимых выбросов** – нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые определяются как объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов допустимые для выброса в атмосферный воздух стационарными источниками.
- **Нормативы допустимых сбросов** – нормативы сбросов загрязняющих веществ в составе сточных вод в водные объекты, которые определяются как объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов допустимые для сброса в водные объекты стационарными источниками.

Нормативы допустимых выбросов, сбросов определяются расчетным путем на основе нормативов качества окружающей среды.

Расчет нормативов допустимых выбросов, сбросов осуществляют:

- объекты I категории – только при планировании строительства объектов I категории;
- объекты II категории – при планировании строительства и осуществлении хозяйственной деятельности на объектах II категории;
- объекты III категории – только для радиоактивных, высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности);
- объекты IV категории – не рассчитывают.

Нормативы образования отходов (ст. 24 №7-ФЗ)

- **Нормативы образования отходов** производства и потребления и **лимиты на их размещение (НООЛР)** устанавливаются в целях предотвращения их негативного воздействия на ОС в соответствии с законодательством

НООЛР разрабатывается юр.лицами/ИП для объектов*:

- **I и II категорий** (в рамках получения КЭР и подачи Декларации)
- **III категории** (отчетность об образовании, утилизации, обезвреживании, о размещении отходов в составе отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля)

НООЛР не разрабатывается для объектов*:

- **IV категории**

* - статья 18 №89-ФЗ

Технологические нормативы

- **Технологические нормативы** - нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, нормативы допустимых физических воздействий, которые устанавливаются с применением технологических показателей (для I категории).
- **Технологические показатели** - показатели концентрации загрязняющих веществ, объема и (или) массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, образования отходов производства и потребления, потребления воды и использования энергетических ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги
- **Технические нормативы:**
устанавливаются в отношении двигателей передвижных источников загрязнения ОС техническими регламентами, принимаемыми в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

Наилучшие доступные технологии (ст. 28.1 №7-ФЗ)

- **Наилучшая доступная технология (НДТ)** технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения

Перечень справочников НДТ
www.gost.ru

К областям применения НДТ могут быть отнесены хозяйственная и (или) иная деятельность, которая оказывает значительное негативное воздействие на ОС, и технологические процессы, оборудование, технические способы и методы, применяемые при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности

- **Распоряжение Пр-ва РФ от 24.12.2014 №2674-р** «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий» + Перечень
- **ПП РФ от 23.12.2014 №1458** «О порядке определения технологии в качестве НДТ...» + Правилами определения технологии в качестве НДТ

ЗВ, для которых применяется меры гос. регулирования в области ОС

Определяются с учетом:

- свойств загрязняющих веществ (токсичность, канцерогенность, мутагенность и т.д.)
- данных госэкомониторинга и социально-гигиенического мониторинга
- наличия методик измерения ЗВ

Воздух - 254

Вода - 249

Почва - 63

• Распоряжение Пр-ва РФ от 08.07.2015 №1316-р «Об утверждении Перечня ЗВ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» + Перечень

Основные подходы к экологическому нормированию

Кроме нормативов ПДК и предельно допустимых уровней (ПДУ) физических воздействий существуют **следующие группы нормативов:**

1. Нормативы предельно допустимого уровня безопасного содержания радиоактивных веществ в окружающей природной среде и продуктах питания, предельно допустимого уровня радиационного облучения населения.

2. Предельно допустимые нормы применения минеральных удобрений, средств защиты растений, стимуляторов роста и других агрохимикатов в сельском хозяйстве.

3. Нормативы предельно допустимых остаточных количеств химических веществ в продуктах питания.

4. Экологические требования к продукции (данные требования должны обеспечить соблюдение нормативов предельно допустимых воздействий на окружающую природную среду в процессе производства, хранения, транспортировки и использования продукции).

5. Предельно допустимые нормы нагрузки на окружающую природную среду.