

Гигиеническое нормирование факторов окружающей среды

Лекция № 15





План лекции

1. Основные понятия – гигиенический норматив, ПДК, ПДУ, оптимальные и допустимые параметры факторов среды.
2. Принципы теории нормирования.
3. Особенности нормирования химических факторов в разных средах.
4. Особенности нормирования физических, биологических и социальных факторов.

Гигиенический норматив



– максимальный физиологически безопасный количественный уровень, устанавливаемый для вредных факторов, и дифференцированные уровни (минимальный, максимальный и оптимальный).

Соблюдение ГН

- гарантирует сохранение здоровья,
- не снижает работоспособности,
- не ухудшает самочувствия человека и условий его жизни.

Предельно допустимая концентрация (ПДК). Предельно допустимый уровень (ПДУ)



ПДК – такая концентрация (уровень), при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни, прямо или опосредованно через экологические системы, не возникает соматических или психических заболеваний или изменений здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами сразу или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

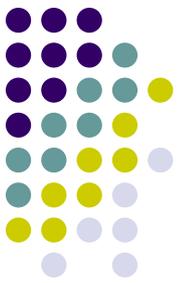
- ПДК – для химических веществ
- ПДУ – для физических факторов

Виды нормативных документов



- СП – санитарные правила;
- СанПиН – санитарные правила и нормативы;
- СНиП – строительные нормы и правила;
- ГН – гигиенические нормативы.

Принципы гигиенического нормирования



1. Принцип примата (главенства) медицинских показаний

- При установлении норматива вредного фактора принимаются во внимание, в первую очередь, безвредность его действия на организм, а не экономические выгоды или технологические возможности.

2. Принцип опережения обоснования нормативов по сравнению с появлением вредного фактора.

- Осуществление профилактических мероприятий производится до того, как будет применён новый фактор (например, химическое вещество) по разработанным нормативам.

Принципы гигиенического нормирования



3. Принцип пороговости вредного действия –
установление гигиенического норматива по порогу
вредного действия – **основополагающий принцип**.

Порог вредного действия – это **минимальная** величина уровня фактора в окружающей среде, которая способна вызвать в организме изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций.

Если порог вредного действия установить нельзя (для канцерогенных факторов), то гигиеническое нормирование осуществляется с учётом **величины допустимого риска**.

- В качестве *приемлемого для населения риска* используется величина 10^{-6} , что соответствует 1 дополнительному к существующему фону случаю рака среди 1 млн. жителей.
- Для *производственных условий* обычно считается допустимым риск на уровне $10^{-3} - 10^{-4}$.

Принципы гигиенического нормирования



4. Принцип зависимости эффекта от интенсивности и времени воздействия – установление норматива отдельно для острого и хронического действия.

Для острых воздействий эффект зависит от концентрации (дозы). Для хронических воздействий эффект зависит не только от концентрации, но и от времени воздействия. При этом эффект может наблюдаться со стороны других органов и систем, чем при острых воздействиях.

- Например, бензол при острых отравлениях поражает нервную систему, а при длительном воздействии небольших доз, влияет на кроветворение.

Принципы гигиенического нормирования



5. Принцип дифференциации биологических ответов.

- Ответная реакция организма на вредный фактор может быть нескольких уровней:
 - 1 - накопление загрязняющих веществ в органах и тканях,
 - 2 - функциональные изменения в организме,
 - 3 - физиологические и биохимические признаки болезни,
 - 4 - болезнь,
 - 5 - смерть.

При этом, чем более выражена ответная реакция, тем реже она встречается.

- Кроме того есть группы населения (дети, пожилые и др.) более чувствительные к воздействию средовых факторов.
- **ГН устанавливаются на таком уровне, чтобы воздействие не вызывало даже защитно-приспособительных реакций у наиболее чувствительных групп населения, т.е. сила воздействия должна быть ниже 2-го уровня.**

Принципы гигиенического нормирования



6. Принцип разделения объектов санитарной охраны.

- Гигиенические нормативы устанавливаются отдельно для каждого объекта окружающей среды:
 - воздуха производственных помещений,
 - атмосферы населённых мест,
 - питьевой воды,
 - воды водоёмов,
 - пищевых продуктов и т.д.

Принципы гигиенического нормирования



7) Учёт всех возможных неблагоприятных воздействий и выбор лимитирующего показателя вредности.

Виды неблагоприятных воздействий учитываются по т.н. показателю вредности:

Органолептический – появление посторонних запахов и привкусов, изменение цвета, окраски, внешнего вида, формы.

Рефлекторный – раздражающее действие на слизистую оболочку ВДП, конъюнктиву глаз.

Общесанитарный – изменение численности сапрофитной микрофлоры, её видового состава и активности.

Санитарно-бытовой – изменение климата местности, прозрачности атмосферы, растительности, бытовых условий жизни населения.

Миграционно-водный, миграционно-воздушный – изменение уровня миграции в смежные среды.

Фитоаккумуляционный – накопление вредного вещества в продуктах питания растительного происхождения.

Санитарно-токсикологический – резорбтивное действие на человека.

Специфический – аллергенное, гонадотоксическое, тератогенное и эмбриотоксическое действие вещества.

Отдалённых последствий – мутагенное и канцерогенное действие.

- По каждому показателю устанавливается минимально действующая концентрация, а из них выбирается наименьшая, которая соответствует лимитирующему показателю вредности.

Принципы гигиенического нормирования



- 8) **Принцип лабораторного эксперимента** заключается в том, что исследования по установлению порога действия фактора производятся в лабораторных стандартизованных условиях, что ведёт к унификации методики проведения эксперимента, сопоставимости результатов исследований разных лабораторий.
- 9) **Принцип единства натуральных и экспериментальных исследований:** при нормировании учитываются результаты всех исследований – клинических, натуральных, экспериментальных.
- 9) **Принцип аgravитации** – выбор для эксперимента тех факторов, которые играют решающую роль в воздействии на организм человека и тех условий, которые в максимальной степени способствуют проявлению действия факторов.

Принципы гигиенического нормирования



10) Принцип относительности норматива.

- Любой утверждённый норматив не является абсолютным. При появлении новых данных о неблагоприятном влиянии, норматив может быть пересмотрен.
- Так была пересмотрена ПДК в почве ДДТ (с 1 до 0,1 мг/кг), допустимый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты для территорий жилой застройки (с 50 мкТл до 10 мкТл).

11) Этапность гигиенического нормирования.

Этапы гигиенического нормирования

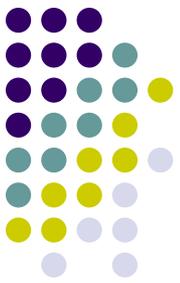


1. Предварительная токсикологическая (физическая) оценка фактора по данным литературы.
2. Лабораторный эксперимент на животных.
3. Расчёт гигиенического норматива с применением коэффициентов запаса.
4. Утверждение и использование гигиенического норматива.
5. Натурные гигиенические, медицинские, эпидемиологические исследования.
6. Корректировка гигиенического норматива.



Особенности нормирования химических веществ в разных средах

Особенности нормирования химических веществ в воздухе атмосферы



1 этап – изучают физико-химические свойства вещества.

2 этап – в исследовании на животных устанавливают:

- **порог острого действия** (Lim_{ac} , мг/м³) – минимальную концентрацию вещества, которая при однократном действии на протяжении 2-4 часов вызывает достоверные изменения биологических показателей.

3 этап – изучают рефлекторное действие вещества в условиях кратковременного ингаляционного влияния на организм человека и устанавливают **ПДК максимально-разовую**, которая **гарантирует отсутствие острых отравлений и рефлекторного влияния на организм при 30-минутном воздействии.**

Особенности нормирования химических веществ в воздухе атмосферы



4 этап – изучают резорбтивное действие вещества в условиях продолжительной экспозиции (4-6 месяцев) и устанавливают

- порог хронического действия (Lim_{ch} , мг/м³);
- коэффициент запаса,
- класс опасности.

5 этап – рассчитывают ПДК среднесуточную,

$$ПДК_{ср.сут.} = Lim_{ch} / K_{зап.}$$

6 этап – проверяют надёжность установленной ПДК в реальных условиях.

Особенности гигиенического нормирования вредных химических веществ в производственной среде



Для всех химических веществ, широко применяемых в промышленном или сельскохозяйственном производстве устанавливаются:

- **Максимально разовая ПДК** – это средняя концентрация вредного вещества в зоне дыхания работающего, усреднённая периодом кратковременного отбора проб воздуха (15 мин).

Для производственных ядов, обладающих выраженными кумулятивными свойствами, дополнительно разрабатывается

- **Среднесменная ПДК** – это средняя концентрация, полученная при отборе проб воздуха за всю рабочую смену.

Для веществ, обладающих кожно-резорбтивным действием, обосновывается

- **Предельно допустимый уровень загрязнения кожи – ПДУ** (мг/см²).

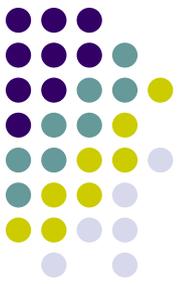
Особенности гигиенического нормирования вредных химических веществ в производственной среде



Нормирование ВХВ в воздухе рабочей зоны осуществляется в 3 этапа:

- 1 этап – обоснование ОБУВ** (ориентировочно безопасного уровня воздействия) – временного гигиенического норматива содержания ВХВ в воздухе рабочей зоны. Устанавливается расчётными методами;
- 2 этап – обоснование ПДК** – основывается на показателях токсикометрии в экспериментах на животных по порогу хронического действия и коэффициенту безопасности.
- 3 этап – корректирование ПДК** путём сравнения условий труда работающих и их состояния здоровья.

Особенности нормирования экзогенных химических веществ (ЭХВ) в почве



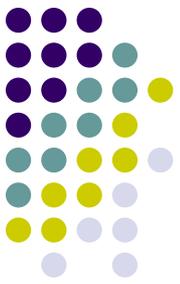
- 1 этап** – изучают свойства вещества и стабильность в почве – время, за которое разрушается 50% (Т50) и 99% ЭХВ (Т99).
- 2 этап** – устанавливают ориентировочную пороговую концентрацию путём математического моделирования процессов миграции, фитоаккумуляции и деструкции ЭХВ в почве.
- 3 этап** – устанавливают пороговые концентрации в лабораторном эксперименте по показателям вредности: **органолептический, общесанитарный, фитоаккумуляционный, водно-миграционный, воздушно-миграционный, токсикологический.**
- 4 этап** – рассчитывают предельно допустимый уровень внесения (ПДУВ) химических веществ в почву и их безопасное остаточное количество (БОК).
- 5 этап** – изучают влияние загрязнений почвы на состояние здоровья населения для корректировки ГН.

Особенности нормирования экзогенных химических веществ в продуктах питания



- 1 этап.** Предварительная токсико-гигиеническая оценка вредного вещества (ВВ) по данным литературы.
- 2 этап.** Определение стойкости вещества в процессе кулинарной обработки.
- 3 этап.** Изучают влияние остаточных количеств ВВ на органолептические свойства пищевого продукта. Устанавливают концентрацию ВВ по органолептическому показателю вредности ($ПВ_{орг}$).
- 4 этап.** Изучают влияние ВВ на биологическую ценность продуктов питания и устанавливают концентрацию ВВ по общегигиеническому показателю вредности.

Особенности нормирования экзогенных химических веществ в продуктах питания



5 этап. Проводят острый, подострый и хронический санитарно-токсикологический эксперимент. Устанавливают острые и хронические показатели токсичности. Рассчитывают **допустимую суточную дозу** $ДСД = \text{Lim}_{ch} / K_{зап}$, мг/кг.

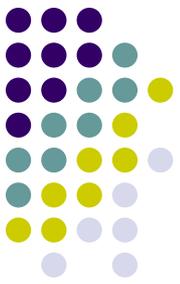
6 этап. ДСД исследуют в плане отдалённых последствий (канцерогенных, мутагенных).

Рассчитывают **допустимое суточное поступление:**

$ДСП = ДСД \times \text{массу тела человека (60 кг – взрослый, 30 кг – ребёнок)}$.

Определяют **ПДК** = $ДСП / \text{массу продуктов в суточном рационе}$ в соответствии с рекомендованными величинами их суточного потребления.

7 этап – натурные наблюдения для подтверждения безопасности использования ВВ.



Особенности гигиенического нормирования экзогенных химических веществ в воде водоёмов

- 1 этап** – собирают информацию о физико-химических свойствах вещества. Изучают стабильность вещества, факторы самоочищения воды от данного вещества.
- 2 этап** – пороговую концентрацию по общесанитарному признаку вредности химического вещества в воде – максимальную концентрацию вещества в воде (мг/л), которая не нарушает процессы естественного самоочищения водоёмов.
- 3 этап** – определяют пороговую концентрацию по органолептическому показателю вредности – максимальную концентрацию химического вещества в воде (мг/л), которая не влияет на её органолептические свойства воды и мяса рыб.

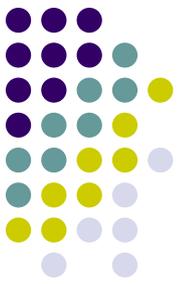
Особенности гигиенического нормирования экзогенных химических веществ в воде водоёмов



- 4 этап** – изучают влияние вещества на здоровье населения и устанавливают максимальную недействующую концентрацию (МНК) по санитарно-токсикологическому признаку вредности – максимальную концентрацию химического вещества в воде, при которой вещество, поступая в организм человека в течение длительного времени с питьевой водой, не вызывает прямого специфического или отдалённого действия на здоровье населения.
- 5 этап** – проводят наблюдение за состоянием здоровья населения в районах ниже сброса сточных вод в водоём.
- 6 этап** – устанавливают лимитирующий признак вредности и ПДК вещества.



Гигиеническое нормирование физических факторов окружающей среды



Особенности гигиенического нормирования микроклимата

Нормирование показателей микроклимата осуществляется по результатам субъективной и объективной оценки теплового состояния организма.

Субъективная оценка – по результатах опроса однородной группы людей, находящихся в одинаковых микроклиматических условиях.

Объективная оценка – оценивается фактическое тепловое самочувствие человека по показателям:

- Средневзвешенная температура поверхности тела (СВТт).
- Влажпотери организма (г/ч)
- Внешние признаки
- Снижение производительности труда, %.
- Снижение надёжности точных операций.

Особенности гигиенического нормирования микроклимата



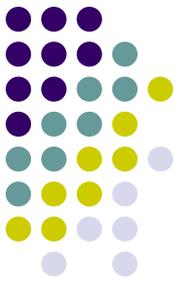
Нормирование осуществляется путём установления

- **эквивалентно-эффективных температур (ЭЭТ)** – при этом учитываются значения температуры, влажности и скорости движения воздуха;
- **эквивалентно-эффективных радиационных температур (ЭЭРТ)** – дополнительно учитывается также значение радиационной температуры.

Устанавливаются

- оптимальные и
- допустимых параметры микроклимата.

Гигиеническое нормирование освещения



осуществляется в связи с особенностями влияния света на функции зрительного анализатора (острота зрения, контрастная чувствительность, быстрота различения и др.) и ЦНС.

Нормируется его достаточность, равномерность, спектральный состав и др.

- Основные показатели естественного освещения: **КЕО, СК, коэффициент заглубления.**
- Искусственного – **тип источника света, осветительной арматуры, освещённость (лк), равномерность.**

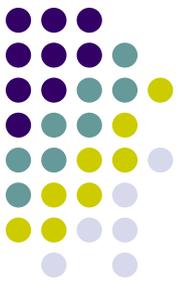
Нормирование УФ излучения



Интенсивность УФ излучения нормируется

- 1) по **эритемной биодозе** – минимальному времени облучения, после которого через 8-22 ч появляется покраснение кожи. 1/8 биодозы позволяет предупредить гиповитаминоз Д, нарушения фосфорно-кальциевого обмена и др.
- 2) по **интенсивности облучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$, $\text{Вт}/\text{м}^3$)** – при оценке бактерицидной эффективности УФ излучения.

Нормирование электромагнитных излучений



- Осуществляется путём разработки **предельно допустимых уровней (ПДУ)**
 - 1) напряжённости электрического (В/м) и магнитного полей (А/м),
 - 2) плотности потока энергии – ППЭ (Вт/м²).
- ПДУ устанавливаются с помощью физических, физиологических, гематологических, иммунологических, генетических исследований на экспериментальных животных.
- ПДУ ЭМП нормируется отдельно
 - для разных частотных диапазонов.
 - для «персонала» и «населения»,
 - для помещений и открытых территорий.

Нормирование ионизирующих излучений



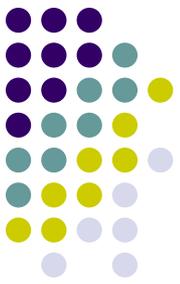
1) Нормируются в отношении людей:

- **пределы** эквивалентных, эффективных **доз** отдельно для 3 категорий населения: персонал (категории А и Б) и население,
- допустимое поступление радионуклида через органы дыхания и пищеварения.

Дополнительно для категории «персонал» нормируются:

- допустимая концентрация РН в воздухе рабочей зоны;
- допустимая мощность дозы внешнего облучения;
- допустимое радиоактивное загрязнение кожи, спецодежды и рабочих поверхностей.

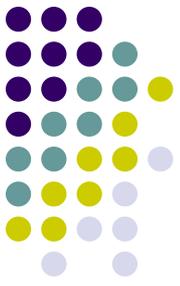
Нормирование ионизирующих излучений



2) В отношении объектов окружающей среды нормируются:

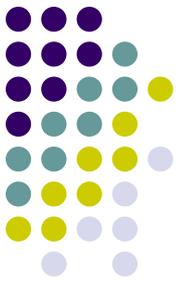
- удельная активность природных РН (Бк/кг):
 - в строительных материалах и минеральном сырье,
 - в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения (радон и др.),
 - в минеральных удобрениях (уран-238 и торий-232),
 - в изделиях бытового назначения из глины, фарфора, фаянса (радий-226, торий-232 и калий-40);
- доза гамма-излучения внутри помещений (мкР/ч);
- объёмная активность изотопов радона в воздухе помещений (Бк/м³);
- допустимые уровни содержания РН цезия и стронция в продуктах питания и воде (Бк/кг, Бк/л);
- допустимый выброс (в атмосферу) и сброс (в водные объекты) РН.

Особенности гигиенического нормирования шума



- Интенсивность шума (звука) характеризуют по его уровню, уровням звукового давления и эквивалентным уровням звука.
- **Уровень звука** характеризует интенсивность постоянного шума. Измеряется в дБА.
 - **Эквивалентный уровень звука** – для характеристики непостоянного шума – величина, равная уровню звука постоянного шума, который имеет такую же энергию. Выражается в дБА.
 - **Уровень звукового давления** характеризует интенсивность шума с учётом спектрального состава в дБ.

Особенности гигиенического нормирования вибрации



- Вибрация нормируется в **децибелах** по
 - **виброскорости** – для малых амплитуд,
 - **виброускорению** – для больших амплитуд.
- Действие вибрации зависит
 - от способа передачи (локальная, общая);
 - направления (вертикальная, горизонтальная);
 - частоты (низко-, средне-, высокочастотная).
- Нормативы различаются в зависимости от этих характеристик вибрации.

Основные принципы регламентации микробного загрязнения объектов окружающей среды



1. Отсутствие возбудителей инфекций бактериальной и вирусной этиологии в определённых объёмах воды, воздуха и массе почвы, пищевых продуктов (КОЕ/мл, КОЕ/м³, БГКП/г, коли-индекс, коли-титр и др.)
2. Обоснование микробиологических показателей и их допустимых уровней, при которых объекты окружающей среды считаются безопасными в эпидемическом отношении.
3. Использование как регламентирующих показателей индикаторных (санитарно-показательных) микроорганизмов.

Гигиеническое нормирование факторов социальной природы



- Направлено на обеспечение оптимального состояния организма в процессе обучения, воспитания, трудовой деятельности и жизни.
- При этом нормируются **величины физической и умственной нагрузки (тяжесть и напряжённость труда)**, которые не должны превышать определённого для различных возрастных групп населения порога функциональных возможностей организма.



Благодарю за внимание!