

Гигиеническое нормирование ,  
как основа профилактики  
заболеваний , связанных с  
воздействием факторов  
окружающей среды.

---

Одной из главных задач гигиены окружающей среды является разработка и научное обоснование критериев качества атмосферного воздуха, воды, почвы, соблюдения которых обеспечит не только сохранение, но и укрепление здоровья населения.

В основу научной концепции гигиенического нормирования положено всестороннее изучение общих закономерностей взаимоотношений организма человека с факторами окружающей среды разной природы, адапционно-приспособительных процессов, механизмов взаимодействия на молекулярном, субклеточном, клеточном, органном, организменном, системном и популяционном уровнях. Устанавливается природа факторов и механизм действия их на организм человека, определяются границы, в том числе количественные, негативного и патологического влияния. Гигиенический норматив гарантирует сохранение здоровья в широком смысле этого слова, включая генетическое и репродуктивное здоровье как отдельного человека, так и всей человеческой популяции в целом.

Основные характерные особенности отечественной концепции гигиенического нормирования:

- государственный характер гигиенических нормативов и обязательность их соблюдения всеми органами, организациями и отдельными лицами;
- опережение разработки нормативов по сравнению с появлением вредного фактора.

Соблюдение этих требований позволяет обеспечить профилактическую направленность гигиенических нормативов и вовремя осуществить мероприятия по защите человека и окружающей среды.

## **Основные виды гигиенических нормативов, принципы и методологические основы их разработки:**

ПДК – наиболее известный и широко применяемый норматив при оценке степени эколого-гигиенического неблагополучия. Это максимальная концентрация, которая не оказывает в течение всей жизни человека и его потомства прямого или косвенного вредного воздействия, включая и отдаленные последствия, не ухудшает работоспособность и самочувствие людей.

### **Основные принципы гигиенического нормирования факторов окружающей среды:**

1. Принцип примата медицинских показаний. При установлении критерия вредности любого фактора окружающей среды должны приниматься во внимание только особенности воздействия его на организм человека и санитарные условия его жизни. Никакие доводы об отсутствии в момент рассмотрения этого вопроса эффективных мер снижения выбросов, надежных методов очистки, индивидуальных средств защиты и т.д., не должны приниматься в учет и служить основанием для утверждения норматива более низкого качества. Это является особенностью отечественного нормирования.

Предусматривается предварительное изучение любого фактора, прежде чем он будет внедрен в производство. Этот принцип закреплен в природоохранном законодательстве. Согласно ст. закона «Об охране атмосферного воздуха» запрещен выброс химических веществ, не имеющих утвержденных ПДК или ОБУВ и методов их контроля.

2. Принцип дифференциации биологических ответов. Влияние вредного фактора на организм человека может быть различным. В зависимости от силы воздействия рассматривают следующие аспекты воздействия на человека:

- накопление загрязняющих веществ в органах и тканях;
- неспецифические сдвиги;
- физиологические изменения;
- заболеваемость;
- смертность.

Биологический ответ, кроме характера фактора, зависит и от возраста, состояния здоровья, пола человека и т.д. Поэтому гигиенический норматив устанавливается в расчете на наиболее чувствительные группы населения и биологический ответ у них должен быть на уровне первого варианта группы ответов, т.е. не превышать защитно-приспособительных реакций. Это касается, прежде всего, детей и пожилых людей.

3. Принцип разделения критериев для различных объектов окружающей среды.

Гигиенические нормативы устанавливаются отдельно для воды, атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны, почвы и продуктов питания, биологических сред организма. Это связано с особенностями самих этих объектов, особенностями воздействия их на организм, путями поступления и временем контакта с вредным фактором.

Этот принцип нашел свое отражение не только в особенностях методологических подходов к установлению критериев для различных сред биосферы, но и в их названиях. Так, для химического фактора это будет предельно допустимая концентрация, но отдельно для атмосферного воздуха и отдельно для воды водоемов и т.д. Для физических факторов – предельно допустимая доза и предельно допустимый уровень воздействия и т.д.

4. Принцип учета всех возможных неблагоприятных воздействий. Для каждого фактора окружающей среды при определении его гигиенического норматива определяется перечень всех возможных неблагоприятных воздействий на среду и на организм человека. Каждому виду неблагоприятных воздействий соответствует определенный показатель вредности, величину которого необходимо установить в эксперименте.

Например, такое неблагоприятное воздействие, как появление постороннего запаха, цвета и окраски относится к *органолептическому показателю вредности*; раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей – *рефлекторный показатель вредности*; изменение процессов самоочищения водоемов – *общесанитарный* и т.д.

Экспериментально выбирается *лимитирующий показатель вредности* и по нему нормируется данное вещество (табл. 3.1).

5. Принцип *пороговости* является *центральным принципом* гигиенического нормирования. Он основан на учете того, что живой организм способен приспосабливаться к воздействию окружающей среды до определенных пределов, до определенных количественных границ. В случае превышения этой границы в организме происходит срыв приспособительных реакций, развиваются патологические процессы, возникает болезнь. Следовательно, задачей нормирования в данном случае является экспериментальное нахождение этой границы, того порога воздействия, который не дает еще перехода в патологию и является безвредным для живых организмов.

## Таблица 3.1

### Критерии вредности и виды неблагоприятного воздействия

Показатели вредности	Неблагоприятное воздействие
Органолептический	Появление посторонних запаха, привкуса, цвета, окраски, изменение внешнего вида и формы.
Рефлекторный	Раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и конъюнктиву глаз.
Общесанитарный	Изменение численности сапрофитной микрофлоры, ее видового состава и активности, изменение процессов самоочищения
Санитарно-бытовой	Изменение климата местности, прозрачности атмосферы (смоги, туманы и т.д.), растительности, бытовых условий
Миграционно-водный	Увеличение уровня миграции в смежные среды до опасных пределов
Миграционно-воздушный	
Миграционно-почвенный	
Фито-миграционный	
Санитарно-токсикологический	Неблагоприятное влияние на органы человека и/или лабораторных животных

6. Принцип зависимости эффекта от концентрации (дозы) и времени. Для острых воздействий получаемый эффект зависит от концентраций, так как чем выше концентрация, тем резче выражены реакции организма. При хроническом воздействии проявление действия фактора требует кумуляции действующего начала, для чего необходимо определенное время.

7. Принцип лабораторного эксперимента заключается в том, что исследования по установлению порога действия вещества или фактора по всем показателям вредности производится обязательно в лабораторных условиях строго стандартизованными, унифицированными, сертифицированными, утвержденными Минздравом Российской Федерации методиками для получения сравнимых результатов.

Например, изучение влияния вещества на общесанитарный режим водоема производится в аквариумах, моделирующих процессы самоочищения при температуре равной 20°C и т.д.

8. Принцип аgravитации вытекает из положений предшествующего принципа и обусловлен тем, что в лабораторных условиях трудно смоделировать процессы, которые бы полностью учитывали все естественные и искусственные факторы. Из всего многообразия факторов отбирают только те, которые играют решающую роль и моделируют такие условия эксперимента, которые способствуют максимальному проявлению именно этого решающего фактора.

9. Принцип относительности ПДК. Любой утвержденный гигиенический норматив не является абсолютной истиной. С появлением новых научных данных, полученных более чувствительными методами исследования, о снижении порога действия вредного вещества, ПДК может быть пересмотрена. Получение новых данных о неблагоприятном действии вещества на состояние здоровья населения на уровне норматива может вызвать его пересмотр. Например, ПДК цемента почвы была снижена с 1,8 мг/кг до 0,2 мг/кг.

При гигиеническом нормировании химических веществ в атмосферном воздухе необходимо исходить из того, что вредные вещества воздействуют на человека круглосуточно на протяжении всей его жизни. При этом учитывается возможность рефлекторного и резорбтивного действий и влияния на условия жизни населения (появления токсичных туманов, кислотных дождей, изменения климата и т.д.). В России разрабатывают два вида ПДК – максимально-разовая (20-30 минутная) и среднесуточная (24-х часовая). Кроме ПДК возможна разработка ОБУВ – ориентировочно безопасного уровня воздействия. ОБУВ – временный гигиенический норматив максимального допустимого содержания химического вещества в атмосферном воздухе, рассчитанный на 20-30 минутный период осреднения. Утверждается сроком на 5 лет.

Нормативы качества атмосферного воздуха в Российской Федерации отличаются от требований к качеству воздуха в других странах (табл. 3.2).

При гигиеническом нормировании химических веществ в воздухе рабочей зоны учитывается, что воздействию подвергаются не все, а только определенная группа населения – работающих, в течение определенного количества часов в сутки и числа лет. Разрабатываются два вида ПДК – максимально-разовая и среднесменная. Максимально-разовые ПДК разрабатываются на все вещества, а среднесменные ПДК, наряду с максимально-разовыми, для веществ, обладающих кумулятивными свойствами. Для веществ, обладающих кожно-резорбтивным действием, разрабатываются предельно-допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожи.



Таблица 3.2

Предельно допустимые концентрации некоторых веществ в атмосферном воздухе различных стран

Страны	Вещество	Предельно допустимые концентрации		
20-30 минутные	24 часовые	Среднегодовые		
США Германия Канада Россия ВОЗ	Сернистый газ	1,3 1,0 0,9 0,5 –	0,365 0,3 0,3 0,05 0,2	0,08 0,1 0,06 – 0,06
США Германия Канада Россия ВОЗ	Взвешенные вещества	– 0,3 – 0,5 –	0,26 0,1 0,12 0,15 0,12	0,075 0,05 0,07 – 0,04

Нормирование химических веществ в воде водоемов проводится по лимитирующему показателю вредности (органолептический, общесанитарный, санитарно-токсикологический). ПДК вредного вещества устанавливается по тому показателю вредности, по которому определяется наименьшая концентрация.

При гигиеническом нормировании химических веществ в почве определяется лимитирующий показатель из четырех величин, полученный по фитомиграционному, миграционно-воздушному, миграционно-водному и общесанитарному показателям вредности.

Особенностью нормирования вредных веществ в пищевых продуктах является то, что ПДК устанавливается с учетом *допустимой суточной дозы (ДСД)* и *допустимого суточного поступления (ДСП)*. Это объясняется большим разнообразием продуктов и практически невозможностью установить ПДК для каждого продукта.

Под ДСД понимают максимальное количество вещества в миллиграммах на килограмм массы тела, ежедневное пероральное поступление которого на протяжении всей жизни человека не оказывает неблагоприятного влияния на его жизнедеятельность, здоровье, а также здоровье будущих поколений.

ДСП – количество вещества в миллиграммах, которое может поступить в сутки в составе пищевого рациона. Для его определения ДСД умножают на массу тела человека. В пищевой рацион входит суточный набор продуктов и вода (питьевая и вошедшая в состав готовых блюд, напитков).

Определяются следующие показатели вредности:

- органолептический (изменение органолептических свойств);
- общегигиенический (снижение биологической ценности);
- технологический (присутствие вещества в обрабатываемом продукте в соответствии с технологическим регламентом);
- токсикологический (при пероральном поступлении).

В основу нормирования физических факторов окружающей среды (шум, вибрация, электромагнитные и ионизирующие излучения, температура, влажность и подвижность воздуха, световое и ультрафиолетовое излучения и др.) положен принцип пороговости действия.

Разрабатываются предельно допустимые уровни (ПДУ) или дозы (ПДД). При нормировании ионизирующего излучения руководствуются концепцией беспороговости действия, согласно которой любая доза ионизирующего излучения оказывает мутагенное действие.

Нормирование факторов биологической природы основано на тех же принципах, что и регламентирование факторов химической и физической природы. В соответствии с гигиеническими требованиями вода, пищевые продукты, почва не должны содержать патогенных микроорганизмов. Показателями санитарного состояния объектов является содержание показательных микроорганизмов. Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) являются индикаторами фекального загрязнения объектов окружающей среды, а гемолитический стафилококк – показатель воздушно-капельного загрязнения среды. Определенное содержание этих микроорганизмов характеризует определенное качество окружающей среды.

Гигиеническому нормированию подлежат также и социальные факторы, так как они могут вызывать утомление человека, снижение внимания, работоспособности. Гигиеническое нормирование социальных факторов направлено на обеспечение оптимального состояния организма человека в процессе обучения, воспитания, трудовой деятельности и жизни.

Таким образом, гигиеническое нормирование всей совокупности факторов окружающей среды способствует обеспечению адекватных взаимоотношений между средой и организмом человека, способствует обеспечению здоровой среды обитания.

Гигиеническое нормирование факторов окружающей среды составляет теоретический фундамент гигиенической науки и имеет огромное практическое значение, так как является основой разработки оздоровительных мероприятий.

# Гигиена воздушной среды.

Воздушная среда – газообразная оболочка земного шара, необходимое условие поддержания жизни на Земле. Без воздуха невозможно сколько-нибудь продолжительное сохранение жизненных функций организма. Воздушная среда позволяет человеку ориентироваться в пространстве, через нее органами чувств воспринимаются зрительные, слуховые сигналы, позволяющие судить о состоянии окружающей среды. Воздушная среда существенно влияет на многие энергетические и гидрологические процессы, происходящие на поверхности Земли. Состояние воздушной среды в значительной степени определяет количество и качество солнечной радиации к поверхности Земли. В атмосфере образуются осадки, которые наряду с ветрами способствуют механическому разрушению горных пород, их выветриванию. Атмосфера является одним из главных факторов климатообразования, циркуляционная деятельность которой способствует формированию погоды в конкретном географическом регионе. Атмосфера служит источником некоторых видов сырья, из воздуха добывают азот, кислород, аргон и гелий.

Кроме того, воздух используется в промышленности как химический агент в различных технологических процессах (горение топлива, выплавка металла, процессы окисления), как физическая среда для переноса тепла (воздушное отопление, сушка).

Велико значение воздушной среды как разбавителя газообразных продуктов жизнедеятельности животных и человека, отходов производственной и хозяйственной деятельности. Через воздушную среду осуществляются процессы теплообмена, происходит отдача тепла конвекцией и потоиспарением, благодаря чему обеспечивается тепловой комфорт человека. Изменение свойств почвы, одежды, жилища тесно связано с состоянием воздушной среды. В процессе развития человеческого организма между ним и воздушной средой создаются тесные взаимодействия, нарушение которых может привести к неблагоприятным изменениям в организме. Резкие изменения физических и химических свойств воздушной среды, загрязнение токсичными веществами и патогенными микроорганизмами могут приводить к нарушению здоровья и снижению работоспособности. Гигиена призвана разработать мероприятия по оздоровлению воздушной среды с целью защиты организма от нарушений и изменений, связанных с неблагоприятным состоянием воздушной среды.

*Строение земной атмосферы* неодинаково на разных уровнях от поверхности земли. Нижней границей является поверхность земли, верхний предел точно не установлен, полагают, что он достигает 1300 км. Атмосфера имеет выраженное слоистое строение и включает тропосферу, стратосферу, ионосферу.

*Тропосфера* – это наиболее плотные воздушные слои, прилегающие к земной поверхности. Ее толщина над различными широтами земного шара неодинакова: в средних широтах 10-12 км над уровнем моря, на полюсах – 7-10 км, над экватором – 16-18 км. Тропосфера характеризуется относительно постоянным химическим составом и неустойчивостью физических свойств – колебаниями температуры, влажности, атмосферного давления и т.д. Солнце нагревает поверхность почвы, от которой прогреваются нижние слои воздуха. Вследствие этого температура воздуха с высотой снижается, что в свою очередь приводит к вертикальному перемещению воздушных слоев, конденсации водяного пара, образованию облаков и выпадению осадков. С поднятием на высоту температура воздуха снижается в среднем на  $0,65^{\circ}\text{C}$  на каждые 100 м. Эта величина называется вертикальным температурным градиентом атмосферы. Во влажную безветренную погоду этот градиент может нарушаться, тогда теплый воздух останется у поверхности земли, вертикальные конвекционные потоки ослабевают. Токсичные выбросы предприятий накапливаются в приземном воздушном слое.

На состоянии тропосферы отражаются все процессы, происходящие на земной поверхности. В тропосфере постоянно присутствует пыль, сажа, разнообразные токсичные вещества, газы, микроорганизмы и т.д. Это особенно заметно в крупных промышленных регионах. В тропосфере происходит интенсивное авиационное сообщение, что становится дополнительным источником загрязнения приземного воздуха.

До 40 км выше тропосферы простирается *стратосфера*. В стратосфере значительная разреженность воздуха, ничтожная влажность, почти полное отсутствие облаков и пыли земного происхождения. В стратосфере под влиянием космического излучения и коротковолновой солнечной радиации молекулы воздуха, в том числе и кислорода, ионизируются, в результате чего образуются молекулы озона. 60% общего количества озона расположено в слое от 16 до 32 км, его максимальная концентрация определена на уровне 25 км от земли.

До 80 км выше стратосферы простирается *мезосфера*, которая содержит в себе лишь 5% массы всей атмосферы. Далее следует *ионосфера*, верхняя граница которой подвержена колебаниям в зависимости от времени суток и года и составляет от 500 до 1000 км. В ионосфере воздух сильно ионизирован. Ионизация и температура воздуха повышаются с высотой.



Слой атмосферы, лежащий выше ионосферы и простирающийся до высоты 3000 км, составляет *экзосферу*, плотность которой почти не отличается от плотности безвоздушного космического океана. Еще больше разреженность в *магнитосфере*, в состав которой входят пояса радиации. Протяженность магнитосферы составляет от 2000 до 50 000 км. Это граница газовой оболочки, которая окружает нашу планету. Важность изучения свойств околоземного космического пространства связана с его активным освоением. В последнее время возникла необходимость изучения многочисленных факторов космического пространства, оказывающих вредное действие на человека при длительном пребывании на космических станциях, при проведении работ в открытом космосе. Успешное решение гигиенических проблем жизнеобеспечения человека в космических кораблях неотделимо от освоения космоса.

Воздушная среда неоднородна по физическим свойствам и вредным примесям, связанными с условиями формирования и загрязнения воздушной среды конкретной категории. Различают атмосферный воздух, воздух промышленных помещений, воздух жилых и общественных зданий. Физические свойства атмосферного воздуха (температура, влажность, подвижность, атмосферное давление, электрическое состояние) нестабильны и связаны с климатическими особенностями географического региона.

Газообразные и твердые примеси в виде пыли и сажи зависят от характера выбросов в атмосферу, условий разбавления и процессов самоочищения. На концентрацию вредных веществ в атмосфере влияют скорость и направление господствующих ветров, температура, влажность воздуха, осадки, солнечная радиация, химическая трансформация токсичных веществ в воздухе, количество, качество и высота выбросов в атмосферу и т.д.

В жилых и общественных зданиях физические свойства воздуха более стабильны, т.к. в этих зданиях поддерживается микроклимат за счет вентиляции и отопления. Газообразные примеси связаны с выделением в воздух продуктов жизнедеятельности людей и токсичных веществ из материалов и предметов обихода, выполненных из полимерных материалов, а также за счет продуктов горения бытового газа. На промышленных предприятиях на свойства воздушной среды влияет технологический процесс. В некоторых случаях физические свойства воздуха приобретают самостоятельное значение вредного профессионального фактора, а загрязнение воздуха токсичными веществами может привести к профессиональным отравлениям. Это связано с источниками тепла или токсичных веществ внутри промышленного здания и их недостаточным удалением.