

№ ФАРМ-16

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Северо-Осетинская государственная медицинская академия»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России)

---

Кафедра общей гигиены и физической культуры

# **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ**

Учебно-методическое пособие по дисциплине Основы гигиены и охраны  
природы основной профессиональной образовательной программы высшего  
образования – программы специалитета по специальности 33.05.01 Фармация,  
утвержденной 31.08.2020 г.

Составители:

Зав. кафедрой общей гигиены и  
физической культуры,  
д.м.н., профессор

Кусова А.Р.

Доцент кафедры общей гигиены  
и физической культуры, к.м.н.

Битарова И.К.

Владикавказ 2016

## **УДК 614.7**

**А.Р. Кусова, И.К. Битарова**

Химический состав атмосферного воздуха. Загрязнение атмосферы и его последствия: учебно-методическое пособие для студентов фармацевтического факультета

Северо-Осетинская государственная медицинская академия. - Владикавказ, 2016. - 23 с.

Данное пособие содержит материал, отражающий современные представления об электрическом состоянии воздушной среды, ионизации атмосферы, бактериальной обсемененности воздуха, о методах их гигиенической оценки. В пособии отражена информация об источниках и способах антропогенного загрязнения атмосферы химическими веществами и о последствиях этого загрязнения как для человека, так и для биосферы в целом.

В пособии приведены перечень вопросов для самоконтроля и тестовые задания. Предложенная структура пособия помогает выделить главные аспекты изучаемых процессов, организовать и конкретизировать учебный процесс.

Учебно-методическое пособие «Химический состав атмосферы. Загрязнение атмосферы и его последствия», подготовлено по дисциплине «Основы экологии и охраны природы» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для студентов, обучающихся по специальности Фармация (33.05.01)

## **УДК 614.7**

### **Рецензенты:**

Бибаева Л.В. - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой биологии и гистологии ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России.

Калагова Р. В. - доцент, доктор химических наук, заведующая кафедрой физики и химии ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России

*Утверждено и рекомендовано к печати Центральным координационным учебно-методическим советом ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России (протокол №9 от 19 апреля 2016г.)*

© Северо-Осетинская государственная медицинская академия, 2016  
© А.Р. Кусова, И.К. Битарова 2016

# ГИГИЕНА АТМОСФЕРЫ. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ

## Электрическое состояние воздушной среды

К физическим факторам воздушной среды также относится атмосферное электричество, в понятие которого входят ионизация воздуха, электрическое и магнитное поля земной атмосферы естественная радиоактивность.

Под **ионизацией** понимают распад газовых молекул и атомов воздуха под влиянием ионизаторов. При ионизации внешние силы действуют на атом так, что от него происходит отщепление электрона, в результате чего образуется положительный ион. Электрон присоединяется к другой молекуле и образуется отрицательный ион. К вновь образованным ионам присоединяются газовые молекулы, создавая более стойкие ионы с положительным или отрицательным зарядом - *легкие аэроионы*. Скорость их передвижения составляет 1-2 см/с, время существования - 1-2 мин. Они быстро рекомбинируются. Легкие аэроионы могут присоединять к себе взвешенные пылевые частицы, микробные тела, превращаясь в *средние, тяжелые и сверхтяжелые ионы*. Тяжелые ионы менее подвижны, их скорость не превышает 0,0005 см/с, они прочно удерживают заряд. Среди аэроионов наибольшей химической активностью обладают:  $O^{+3}$ ,  $O^{2+}$ ,  $CO^+$ ,  $NO^2$ .

Число ионов, образующихся в 1 мл газа в единицу времени, называется интенсивностью ионизации. Различают естественную и искусственную аэроионизацию.

Основные источники естественной ионизации:

- Ионизирующая радиация радиоактивных пород земли и космическое излучение;
- Ультрафиолетовая радиация с длиной волны до 200 нм, ионизирующее действие которой проявляется главным образом на высоте 50-60 км.;
- Открытое пламя и нагретые поверхности (термоионизация);
- Электрические разряды (например, молнии), так называемые тихие электрические разряды у крон высоких деревьев и на вершинах гор, возникающие при больших значениях напряженности электрического поля атмосферы;
- Распыление и разбрызгивание воды (водопады, горные реки, фонтаны, период прибоя у побережья морей и океанов и др.);
- Процессы дробления веществ;

Искусственная ионизация производится с помощью специальных ионизаторов воздуха

Наряду с образованием ионов в атмосфере происходят процессы их уничтожения в результате соединения ионов противоположного заряда. Таким образом, имеет место постоянный процесс ионообразования и ионоуничтожения и устанавливается определенное ионизационное равновесие.

Для процессов образования и рекомбинации ионов в свободной атмосфере важное значение имеют метеорологические условия – атмосферное давление, температура и влажность воздуха, облачность, ветры, грозы, дожди. С увеличением влажности воздуха нарастает число тяжелых ионов из-за рекомбинации ионов с каплями влаги. Понижение атмосферного давления способствует выходу из почвы эманации радия, что приводит к увеличению количества легких ионов.

Для гигиенической характеристики ионизации воздуха используются следующие показатели:

- *Содержание и масса ионов различных знаков* - чистый атмосферный воздух обычно содержит 1000 - 3000 пар легких ионов в  $1\text{ см}^3$ .

- *Коэффициент униполярности* - отношение количества положительных ионов ( $n^+$ ) к количеству отрицательных ионов ( $n^-$ ). В норме он составляет  $1,2 - 1,3 (n^+/n^-)$

- *Коэффициент загрязнения* - отношение суммарного количества тяжелых аэроионов ( $N$ ) к легким аэроионам ( $n$ ) одного и того же знака ( $N/n$ ). Чем более загрязнен воздух, тем выше этот коэффициент. В норме он не превышает 50.

Степень ионизации воздуха имеет санитарное значение. Поскольку тяжелые ионы чаще всего представлены заряженными аэродисперсиями (дым, пылевые частицы, туманы и др.), по их количеству можно косвенно судить о степени загрязнения воздуха. Чем сильнее загрязнен воздух, тем больше в нем содержится тяжелых ионов и тем выше коэффициент униполярности. Например, в  $1\text{ см}^3$  воздуха курортных местностей содержится 2000-3000 легких ионов, в  $1\text{ см}^3$  воздуха промышленных городов число легких ионов уменьшается до 40. Это подтверждается также наблюдением за ионизацией воздуха в закрытых помещениях (школы, кинотеатры). Количество легких ионов уменьшается с ухудшением микроклиматических условий в помещениях и повышением содержания углекислоты в воздухе. Легкие ионы поглощаются в процессе дыхания, адсорбируются кожей, одеждой. С дыханием в воздух помещений выделяется много тяжелых ионов. Следовательно, изменение ионизационного режима является чувствительным показателем чистоты воздушной среды в жилых и общественных помещениях.

В настоящее время доказано многостороннее действие аэроионов на организм. Физиологический механизм действия ионизации воздуха заключается в электрообмене в легочной ткани и нейрорефлекторных реакциях на аэроионное раздражение рецепторов слизистых оболочек и кожи. Благоприятное влияние на организм оказывают, как правило, легкие аэроионы отрицательного знака и поэтому применяются с профилактическими и лечебными целями. Они улучшают общее самочувствие, нормализуют сон, повышают умственную и физическую работоспособность. Легкие отрицательные аэроионы повышают активность мерцательного эпителия трахеи, легочную вентиляцию, увеличивают потребление кислорода и выделение углекислоты, стимулируют дыхательные ферменты, усиливают

окислительно-восстановительные процессы в тканях. Отмечено стимулирующее действие отрицательных ионов на белковый, углеводный, водный обмен, синтез витаминов. Один из основоположников космической биологии и медицины профессор А.Л. Чижевский, разработавший учение об аэроионизации еще в 30-е годы XX в., называл легкие аэроионы воздушными витаминами. Положительные аэроионы оказывают на организм противоположное отрицательным ионам действие, и их значение в терапии нуждается в дальнейшем изучении.

Решить проблему насыщения воздуха закрытых помещений легкими аэроионами можно с помощью искусственной аэроионизации. Первым таким прибором стала «люстра А.Л. Чижевского». В настоящее время работы по созданию подобных приборов ведутся очень активно. Создано множество моделей приборов, носящих название «ионизаторы-воздухоочистители». Важное условие использования таких приборов - предварительная очистка воздуха с целью предупреждения образования в нем тяжелых ионов. Однако, широкое использование таких приборов на практике сдерживается отсутствием эффективных и простых методов контроля за ионизацией воздуха.

Существует метод лечебно-профилактического воздействия на организм ионизированным воздухом - аэроионотерапия .

Одним из элементов электрического состояния воздушной среды является *электрическое поле Земли*. Атмосфера представляет собой положительный полюс. Напряженность электрического поля атмосферы измеряется потенциалом в вольтах на 1 м высоты, у поверхности земли она составляет 130 В/м. Разность напряжения между головой и ногами стоящего человека составляет около 250 В. Так как земля заряжена отрицательно, положительные ионы двигаются к земной поверхности, отрицательные отталкиваются от нее. Таким образом, в атмосфере образуется направленный по вертикали к земле ток.

Напряженность электрического поля атмосферы различна по сезонам года. Погода (дождь, снег, туман) влияет на величину электрического поля атмосферы; с повышением атмосферного давления, появлением туманов электрическое поле атмосферы увеличивается в 2-5 раз. Особенно сильные изменения электрического поля атмосферы происходят во время грозы. Нередко в течение 1-2 ч градиент потенциала достигает огромных величин, причем величина поля может менять и свой знак, достигая значений от -2000 до +1800 В/м.

Биологическое действие электрического поля атмосферы изучено недостаточно. Имеются сведения о его влиянии на минеральный обмен между почвой и растениями. Установлено, что атмосферное электричество воздействует на организм и участвует в развитии метеотропных реакций при резком изменении погоды. Вклад в электрическое состояние атмосферы вносит радиоактивность воздушной среды.

*Радиоактивность воздушной среды* обусловлена присутствием в ней радиоактивных газов и веществ естественного и искусственного

происхождения. Естественный радиоактивный фон создается за счет космического излучения и излучений от естественных радиоактивных веществ, находящихся в почве, воде и атмосфере. Благодаря постоянному круговороту веществ в природе человек вместе с пищей, водой и воздухом получает все естественные радиоактивные элементы. Ткани организма содержат ничтожно малые количества этих элементов.

Радиоактивные газы (радон, актинон, торон) являются продуктами распада естественных радиоактивных элементов (радия, актиния и тория), содержащихся в земных породах. В атмосферном воздухе есть также ничтожное количество рассеянных естественных радиоактивных веществ (уран, радий, калий-40), поступающих в воздух с конвекционными потоками в результате выветривания горных пород.

### **Биологические факторы воздушной среды**

Биологические объекты, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии, объединяются общим понятием "аэропланктон". В его состав входят бактерии, вирусы, споры плесневых грибов, дрожжевые грибы, цисты простейших, споры мхов и др. Атмосферный воздух не является средой размножения для микроорганизмов - он является средой их обитания. Поэтому обычно не выделяют специфическую для воздушной среды микрофлору. Она вносится в него извне. Атмосферный воздух не является благоприятной средой для жизнедеятельности микроорганизмов, и поэтому, попав в нее, они сравнительно быстро погибают вследствие высыхания, отсутствия питательного материала и бактерицидного действия ультрафиолетового излучения Солнца.

Основным источником загрязнения воздушной среды населенных мест микроорганизмами является почва. В 1 г почвы содержатся сотни и миллионы микробных тел. В самом поверхностном слое почвы в несколько миллиметров содержится меньшее количество микробов, чем в слое, следующим за ним, вследствие бактерицидного действия солнечного света. В сухую и ветреную погоду количество микроорганизмов в атмосферном воздухе увеличивается; оно уменьшается с высотой и по мере удаления в море. В меньшей степени бактериальная загрязненность атмосферного воздуха связана с попаданием в него капелек воды или мелких брызг, содержащих бактерии. Подобное загрязнение возможно, например, во время волнения водоемов. Однако удельный вес такого загрязнения атмосферного воздуха невелик.

Положительное влияние на состояние атмосферы оказывают зеленые насаждения, служащие хорошим фильтром для микроорганизмов и выделяющие фитонциды. Известно, что в тайге открытые чашки Петри с питательной средой остаются стерильными в течение недели, а в зоне крупных зеленых массивов задерживается от 50 до 90% пыли, как правило, обсемененной микроорганизмами.

В крупных населенных пунктах бактериальное загрязнение воздуха, как правило, выше, чем в пригородах. Это объясняется тем, что процесс оседания

аэрозолей в условиях интенсивного уличного движения происходит медленнее, чем в малоподвижном воздухе. Кроме того, в городе эффективность ультрафиолетовой радиации вообще слабее (за счет понижения прозрачности атмосферы). Что касается зеленых насаждений, которым принадлежит пылезадерживающая роль, то они распределены в городах крайне неравномерно. Из атмосферного воздуха над Москвой удалось выделить в 3—4 раза больше микроорганизмов, чем на той же высоте, но в 5—7 км от города.

Бактерии, содержащиеся в атмосфере, являются сапрофитами, которые отличаются большей устойчивостью в окружающей среде, чем патогенные микробы. Лишь в очень неблагоприятных условиях, в местах массовых скоплений людей (на улице, стадионе) возможно попадание в воздух патогенных микроорганизмов и вирусов, чаще гриппа, и микобактерий туберкулеза. Однако опасность заражения в этих случаях невелика в силу интенсивного разбавления микроорганизмов воздушными массами.

В воздухе закрытых помещений, где воздухообмен недостаточен и отсутствует обезвреживающее действие ультрафиолетовых лучей, постепенно накапливается микрофлора, выделяемая из дыхательных путей человека. При этом наиболее часто встречаются отдельные представители кокковой микрофлоры — стафилококки, гемолитические и зеленящие стрептококки, которые являются постоянными обитателями верхних дыхательных путей человека. Их принято считать *санитарно-показательными организмами*. Увеличение содержания этих микроорганизмов указывает на ухудшение гигиенических свойств воздушной среды и позволяет предположить присутствие в воздухе патогенной микрофлоры. Санитарно-показательные микроорганизмы используются также для оценки эффективности борьбы с бактериальным обсеменением воздуха.

Установлено, что существуют два пути передачи инфекции через воздух: воздушно-капельный и воздушно-пылевой. При *воздушно-капельном* пути передачи заражение происходит в результате вдыхания мельчайших капелек слюны, мокроты, слизи, выделяемых больным или носителем микробов во время кашля, чиханья и даже разговора. Известно, что мельчайшие капельки могут разбрызгиваться на расстояние от 1 до 1,5 м, перемещаясь дальше с воздушными течениями на несколько метров, сохраняясь во взвешенном состоянии до 1 ч. При *воздушно-пылевом* пути передачи инфекции заражение происходит через взвешенную в воздухе пыль, содержащую патогенные микроорганизмы, вирулентность которых ослаблена за счет высыхания инфицированных капелек выделений больного. Пылевые частицы с осевшими на них микробами могут держаться в виде бактериального аэрозоля от нескольких минут до 2—4 ч. Между содержанием в воздухе помещений пыли и количеством микробов существует прямая зависимость: чем больше пыли, тем обильнее микрофлора. Поэтому борьба с пылью в закрытых помещениях одновременно является и борьбой с бактериальным загрязнением воздуха.

Отдельные микроорганизмы, поступающие с воздухом в дыхательные пути, обладают способностью *сенсibilизировать организм* человека. При этом

надо учитывать, что даже погибшие микроорганизмы могут представлять опасность для человека как аллерген.

В последние годы к опасным факторам относят плесневые грибы, дрожжеподобные грибы рода кандиды (*Candida*), которые, занимая особое место в биоценозах воздушной среды служебных и жилых помещений, являются этиологическим фактором развития аллергических заболеваний и микозов, в том числе бронхолегочных. . Установлено, что предельная концентрация дрожжеподобных грибов в количестве 500-600 клеток в 1 м<sup>3</sup> в воздухе рабочего помещения является гарантией отсутствия у рабочих аллергических реакций.

Уровень бактериального загрязнения воздуха в помещениях зависит от воздухообмена, санитарного состояния, планировки помещений. Воздушные токи в помещении являются существенным фактором, влияющим на распространение в воздухе микроорганизмов. Горизонтальные и конвекционные токи воздуха способствуют распространению микробов в пределах помещения или этажа при наличии общего коридора. Вертикальные воздушные токи могут способствовать распространению инфекционных заболеваний на верхние этажи. Поэтому в многоэтажных больницах палаты для инфекционных больных или микробиологические лаборатории следует располагать на верхних этажах.

*Санитарно-микробиологическое состояние воздуха помещений оценивают по следующим показателям:*

1. *Микробное число* - количество микроорганизмов, обнаруженных в 1 м<sup>3</sup> воздуха.
2. Наличие *санитарно-показательных бактерий* - представителей микрофлоры дыхательных путей (гемолитические стрептококки, золотистый стафилококк).

Для определения микробного числа воздуха в помещениях применяют следующие методы:

1) *Седиментационный метод* - основан на принципе осаждения (седиментации). Две чашки Петри с питательным агаром оставляют открытыми в течение 60 минут, после чего инкубируют при 37° С 1 сутки. Результаты оценивают по суммарному числу колоний, выросших в обеих чашках

2) *Аспирационный метод* - более точный. Посев производится автоматически с помощью специальных аппаратов. Примером может служить аппарат Кротова. Он устроен таким образом, что воздух с заданной скоростью просасывается через щель пластины, которая при этом вращается. Под пластиной находится чашка Петри. При этом происходит равномерное распределение микроорганизмов по питательной среде. Расчет производят по специальной формуле.

Нормативов содержания микроорганизмов в воздухе жилых помещений нет. Нормативы бактериальной чистоты производственных помещений (больниц, аптек) разработаны в зависимости от их функционального назначения с учетом интенсивности бактериальной обсемененности и риска возникновения внутрибольничных инфекций.(табл1)

Таблица 1

*Допустимые уровни бактериальной обсемененности помещений лечебных учреждений в зависимости от их функционального назначения и класса чистоты*

| Класс чистоты    | Помещение                                                                                                                                                                                                                                                                  | Условия работы  | Кол-во КОЕ в 1 м <sup>3</sup> воздуха** | Кол-во колоний золотистого стафилококка в 1 м <sup>3</sup> воздуха | Кол-во плесневых и дрожжевых грибов в 1 дм <sup>3</sup> воздуха |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Особо чистые (А) | Операционные, родильные залы, асептические боксы                                                                                                                                                                                                                           | до работы       | не более 200                            | не должно быть                                                     | не должно быть                                                  |
|                  | для гематологических, ожоговых пациентов, палаты для недоношенных детей, асептический блок аптек, стерилизационная (чистая половина), боксы бактериологических лабораторий                                                                                                 | Во время работы | не более 200                            | не должно быть                                                     | не должно быть                                                  |
| Чистые (Б)       | Процедурные, перевязочные, предоперационные, палаты и залы реанимации, детские палаты, комнаты сбора и пастеризации грудного молока, ассистентские и фасовочные аптек, помещения бактериологических и клинических лабораторий, предназначенные для проведения исследований | до работы       | не более 500                            | не должно быть                                                     | не должно быть                                                  |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            | Во время работы | не более 750                            | не должно быть                                                     | не должно быть                                                  |

|                    |                                                                                                                                                                                              |                 |               |                |                |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|
| Условно чистые (В) | Палаты хирургических отделений, коридоры, примыкающие к операционным, родильным залам, смотровые, боксы и палаты инфекционных отделений, ординаторские, материальные, кладовые чистого белья | До работы       | не более 750  | не должно быть | не должно быть |
|                    |                                                                                                                                                                                              | Во время работы | 100           | 2              | не должно быть |
| Грязные (Г)        | Коридоры и помещения административных зданий, лестничные марши лечебно-диагностических корпусов, санитарные комнаты, туалеты, комнаты для грязного белья и временного хранения отходов       | Во время работы | не более 1500 | до 100         | не более 20    |

\* СанПиН 2.1.3.1375-03;

\*\* КОЕ – колониеобразующие единицы, т. е. бактерии, образующие на плотной питательной среде колонии;

Одним из эффективных методов обеззараживания воздуха является использование бактерицидного действия ультрафиолетовых лучей с длиной волны 254-257 нм.

### **Источники химического загрязнения атмосферного воздуха**

Уровень здоровья человека в значительной степени зависит от качества среды обитания. По оценкам многих авторов, факторы окружающей среды (загрязнение) на 18—20 % определяют состояние здоровья и находятся на втором месте после образа жизни.

Загрязнение — это привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, информационных или биологических агентов, или превышение в рассматриваемое время

естественного среднесуточного уровня (в пределах его крайних колебаний) концентрации перечисленных агентов в среде, нередко приводящее к негативным последствиям.

Загрязнение может возникать в результате естественных причин (природное) и под влиянием деятельности человека — антропогенное. По значимости загрязнение можно подразделить на локальное, региональное и глобальное. По природе загрязнение подразделяется на: физическое (радиоактивное, радиационное, световое, тепловое, шумовое, электромагнитное), химическое и биологическое.

К природным источникам относятся: извержения вулканов, пыльные бури, лесные пожары, пыль космического происхождения, частицы морской соли, продукты растительного, животного и микробиологического происхождения. Уровень такого загрязнения рассматривается в качестве фонового, который мало изменяется во времени.

*Антропогенными источниками* загрязнения атмосферы являются:

- сжигание горючих ископаемых;
- работа тепловых электростанций;
- выхлопы современных турбореактивных двигателей;
- производственная деятельность;
- загрязнение взвешенными частицами (при измельчении, фасовке и загрузке, от котельных, электростанций, шахтных стволов, карьеров, при сжигании мусора);
- газовые выбросы предприятий;

Значимость тех или иных источников загрязнения воздуха на разных территориях различна, в зависимости от уровня научно-технического прогресса, от разнообразных природно-климатических условий, степени благоустройства населенных мест и целого ряда других социально-экономических факторов. Вместе с тем, общей закономерностью является то, что стремительный рост мирового производства привел к такому загрязнению атмосферного воздуха, которое сопоставимо по своим масштабам с геологическими природными процессами. Тревога ученых, связанная с нарастанием антропогенного загрязнения воздуха, обусловлена еще и тем, что в мире ежегодно синтезируются сотни новых химических веществ, многие из которых активно внедряются в практику и могут загрязнять атмосферу. Например, в воздухе крупнейших городов США обнаружено 39 различных веществ, не существующих в природных условиях. Очевидно, что список таких веществ имеет тенденцию к расширению.

**Автомобильный транспорт** - выбрасывает в воздушный бассейн более 200 химических соединений, в том числе — до 3 % окиси углерода (СО, угарный газ); 0,06 % оксида азота (NO); 0,5 % углеводородов; 0,06% оксида серы (SO<sub>2</sub>) и т.д. За один год эти выбросы от каждого легкового автомобиля составляют: около 800 кг окиси углерода, 220 кг углеводородов, 40 кг оксидов азота и т.д. Следует подчеркнуть, что загрязнение атмосферного воздуха автотранспортом в США, Японии, других развитых странах и в крупных

городах Российской Федерации вышло на первое место среди других источников загрязнения воздуха, составив от 70 до 90 % всех загрязнений.

Автомобильному транспорту как источнику загрязнения воздушной среды присущ ряд отличительных особенностей:

- численность автомобилей в крупных городах быстро увеличивается, поэтому непрерывно растет и валовый выброс вредных веществ в атмосферу;

- в отличие от промышленных предприятий, изолированных от жилой застройки санитарно-защитными зонами, автотранспорт — движущийся источник загрязнения воздуха и жилых районов и мест отдыха населения;

- автомобильные выбросы распространяются на уровне дыхания людей; рассеяние автомобильных выбросов в условиях городской застройки затруднено.

**Теплоэлектростанции (ТЭЦ)** - являются одним из главных источников загрязнения атмосферного воздуха. Наиболее используемым топливом на них служит уголь, при сжигании которого образуется огромное количество твердых частиц и газообразных веществ. Твердые частицы представлены сажей, золой и несгоревшими частичками угля (недожог). Газообразные продукты сжигания угля содержат окислы серы, окислы азота, двуокись углерода. Вместе с золой тепловых электростанций, работающих на угле, в атмосферный воздух выбрасывается: мышьяк, являющийся канцерогеном, небольшое количество селена, окислы железа, кальция и магния. В золе выбросов ТЭЦ, работающих на угле, присутствуют радиоактивные элементы. Уровень радиоактивности этих выбросов — около 1% естественного радиоактивного фона.

Объемы поступления золы в атмосферный воздух с выбросами ТЭЦ достигают десятков и сотен тонн в сутки. На поверхности частиц сажи конденсируется значительное количество смолистых веществ, содержащих канцерогены (например, (бенз(а)пирен).

**Промышленные предприятия** – в качестве источников загрязнения атмосферного воздуха занимают третье место после автотранспорта и теплоэнергетических предприятий, но дают самый большой спектр загрязнений.

Предприятия черной металлургии выбрасывают в атмосферу железорудную пыль, сернистый газ, окись углерода, окись азота, фенолы, окислы металлов и ряд других примесей. Производство 1 т мартеновской стали сопровождается выбросом в атмосферу 3000 — 4000 м<sup>3</sup> газов. В выбросах предприятий цветной металлургии содержатся мышьяк, свинец, пыль, сернистый газ, фтористые соединения, окислы тяжелых металлов и ряд других примесей.

С выбросами коксохимических предприятий в воздух поступают фенол, различные углеводороды, сернистый газ и ряд других соединений. В районе коксохимических заводов сероводород обнаруживается в концентрациях, превышающих ПДК на расстоянии до 12 км, сернистый газ — до 11 км, бенз(а)пирен — до 2 км. Нефтеперерабатывающие заводы, предприятия химической промышленности выбрасывают в атмосферу большое количество разнообразных углеводородов — до 50 различных соединений, в том числе:

парафины, олефины, ацетилены, ароматические углеводороды, хлорированные углеводороды и др. Особое значение имеет выброс канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (бенз(а)пирен и др.). В выбросах химических заводов органического синтеза могут содержаться самые разнообразные по химической природе примеси в зависимости от профиля данного производства.

В последние десятилетия значительное место в загрязнении атмосферного воздуха стали занимать предприятия биотехнологии, эксплуатирующие уникальные возможности микроорганизмов - продуцентов. Воздушные выбросы таких производств содержат органическую пыль, представленную жизнеспособными микроорганизмами, а также конечными и промежуточными продуктами микробиологического синтеза (в том числе антибиотики, аминокислоты, белок и многие другие продукты).

**Авиатранспорт** - является значительным загрязнителем атмосферы. Так, при взлете 4-моторный реактивный самолет выбрасывает количество токсичных газов, равное по объему выхлопу 6800 автомобилей. Летящие на большой высоте самолеты выбрасывают окислы азота, ведущие к разрушению озонового слоя Земли. При использовании авиатехники чрезвычайно высок уровень потребления кислорода воздуха. Реактивный лайнер при перелете из Америки в Европу за 8 ч полета потребляет 35 т кислорода. Такое количество производят за то же время примерно 25 тыс. гектаров леса.

**Ракетно-космическая техника** - в общей структуре источников загрязнения атмосферного воздуха занимает очень небольшое место (от 0,00004 до 0,01 %), однако основная опасность интенсивного освоения космоса заключается в разрушении верхних слоев атмосферы и, прежде всего — озонового экрана Земли.

### **Гигиеническое значение вредных газообразных примесей**

**Оксид углерода** (СО, угарный газ) - продукт неполного сгорания топлива, попадающий в атмосферный воздух с выбросами промышленных предприятий и выхлопными газами автотранспорта. В воздухе жилых помещений оксид углерода может появляться при печном отоплении в случае преждевременного закрытия дымовой трубы, в газифицированных помещениях при неисправных горелках и в результате утечки газа из сети. Около 0,5—1,0 % оксида углерода содержит табачный дым. В производственных условиях оксид углерода может образовываться и накапливаться в рабочих помещениях в результате технологических процессов. Принято считать, что 1/3 всего количества СО, загрязняющего атмосферу, связана с деятельностью человека.

Оксид углерода является токсичным веществом. Проникая через легкие в кровь, он образует прочное химическое соединение с гемоглобином — *карбоксигемоглобин*, блокируя процессы транспорта кислорода к тканям, в результате чего в организме наступает кислородное голодание — аноксемия острого или хронического характера в зависимости от концентрации СО. Чаше

встречаются хронические отравления, выражающиеся головной болью, снижением памяти, расстройством сна, повышенной утомляемостью и др.

**Метан** ( $\text{CH}_4$ ) - образуется как естественным путем в результате жизнедеятельности микроорганизмов в застойных и почвенных водах, так и в результате деятельности человека: при разработке и эксплуатации газовых и нефтяных месторождений, использовании природного газа, сжигании угля. В последние годы количество метана в атмосфере увеличивается на 1 % в год.

**Диоксид серы** ( $\text{SO}_2$ , сернистый газ) – относится к приоритетным загрязняющим веществам. Поступает в атмосферу при сжигании топлива, богатого серой, например каменного угля и сернистых сортов нефти на тепловых электростанциях, нефтеперерабатывающих заводах, в котельных и других промышленных предприятиях.

Сернистый газ обладает резким запахом и оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. При хроническом отравлении наблюдаются конъюнктивиты, бронхиты и прочие поражения. Этот газ оказывает вредное влияние на растительность, особенно на хвойные породы деревьев, а также на металлические поверхности, вызывая их коррозию, так как диоксид серы окисляется в триоксид серы, который с влагой воздуха образует аэрозоль серной кислоты, входящий в состав кислотных дождей.

**Оксиды азота** ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) - содержатся в выхлопных газах автотранспорта и в выбросах промышленных предприятий, производящих азотную кислоту, азотные удобрения, взрывчатые вещества и др. Наиболее вредным веществом является диоксид азота ( $\text{NO}_2$ ), который обладает раздражающим действием на слизистые оболочки верхних дыхательных путей. Попадая в организм человека, он взаимодействует с гемоглобином крови, вызывая образование *метгемоглобина* и гипоксические расстройства. Длительное вдыхание малых концентраций оксидов азота вызывает появление бронхитов, анемию, ухудшение течения сердечных заболеваний.

Разложение диоксида азота в атмосферном воздухе под влиянием ультрафиолетовых лучей на оксид азота и атомарный кислород приводит к образованию свободных радикалов озона. Оксиды азота и углеводороды соединяются с кислородом и образуют оксиданты, среди которых имеются очень токсичные вещества, участвующие в образовании фотохимического смога вместе с оксидами азота.

**Канцерогенные углеводороды** — это полициклические ароматические углеводороды, самым сильным из которых является 3-4-бенз(а)пирен, поступающие в атмосферу с выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания, выбросами предприятий нефте- и коксохимической промышленности и других предприятий, использующих в качестве топлива нефть и каменный уголь. 3-4-бенз(а)пирен содержится также в табачном дыме.

Давно установлена зависимость между уровнем загрязнения атмосферного воздуха канцерогенами и частотой возникновения случаев заболеваний раком легкого.

**Прочие вредные примеси.** Твердые вещества, взвешенные в атмосферном воздухе, представляют собой пыль естественного и искусственного происхождения. Различают следующие виды естественной пыли: космическая, вулканическая, морская, лесных пожаров и наземная, имеющая наибольшее гигиеническое значение. Она состоит из почвенной пыли и пыли растительной. Почвенная пыль населенных мест, расположенных в пустынных и полупустынных местностях, на 70—80 % состоит из минеральных соединений с высоким содержанием свободной двуокиси кремния, но опасность возникновения силикоза от нее невелика.

К растительной пыли относятся пыльца цветущих растений, споры грибов и бактерий.

Пыль искусственного происхождения поступает в воздух при сжигании твердого топлива (угля) в виде золы, недожога и сажи. Зола представляет собой негорючие примеси к углю, недожог — несгоревшие частицы угля, сажа — продукт неполного сгорания угля, являющийся наиболее патогенным компонентом, так как содержит канцерогенные вещества [бенз(а)пирен, метилхолантрен, антрацен].

Пыль может оказывать на человека косвенное и прямое неблагоприятное воздействие. Косвенное влияние пыли отмечается в атмосфере и заключается в уменьшении интенсивности солнечной радиации, содействии образованию облачности и туманов, что ведет к снижению естественной освещенности помещений и как следствие близорукости и рахита у детей, остеопороза у взрослых, способствует выживанию патогенных микробов в окружающей среде. Прямое же действие пыли: раздражающее, механическое, канцерогенное, токсическое, эпидемиологическое, фиброгенное, кариесогенное, лучевое, аллергенное, эпидемиологическое — может наблюдаться в неблагоприятных производственных условиях.

**Соединения хлора и фтора** ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{HCl}$ , фреоны и продукты их разрушения). Большую опасность представляет антропогенное загрязнение атмосферы химическими соединениями, содержащими хлор или фтор, или оба этих элемента. Это так называемые фреоны: хлорфторпроизводные метана, этана и циклобутана ( $\text{CFC1}_3$ ,  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  и др.). Фреоны широко применяются как растворители в баллончиках с аэрозолями различного назначения, как охлаждающие жидкости в холодильниках и кондиционерах. Фреоны легко проникают в стратосферу, так как являются инертными газами. Однако на высотах 30 — 40 км под действием ультрафиолетовой части солнечного излучения (в диапазоне длин волн 180 — 225 нм) они разлагаются с выделением активных атомов хлора. Атомы хлора в свою очередь действуют как сильные катализаторы распада озона.

В 1987 году в соответствии с Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) вступил в действие «Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой», предусматривающий постепенное сокращение производства и потребления ряда хлорфторуглеродов. В частности в соответствии с этим протоколом фреон R-12 (как наиболее способствующий

разрушению озонового слоя) и R-22, а также другие фреоны, разрушающие озоновый слой, перестали применяться в бытовой технике.

### **Влияние атмосферных загрязнений на санитарные условия жизни и здоровье населения**

Изменения химического состава и физических свойств атмосферного воздуха приводят к различным негативным последствиям в объектах окружающей среды и к нарушению здоровья людей.

**Кислотные дожди.** Образующаяся при сжигании угля и нефти двуокись серы, поступая в атмосферный воздух, окисляется кислородом воздуха до триоксида, которая реагирует с водяными парами, образуя сернистую кислоту, которая, в свою очередь, окисляясь, превращается в серную кислоту. Окислы азота, содержащиеся в выхлопных газах автотранспорта и в выбросах предприятий химической промышленности, также реагируют с водяными парами и образуют азотную кислоту. Образовавшиеся в атмосферном воздухе серная и азотная кислоты вымываются из воздуха дождем и снегом и приводят к загрязнению всех объектов окружающей среды. Многочисленными исследованиями было показано, что содержание кислот в таких осадках в сотни и тысячи раз превышает их естественные природные концентрации. Дождевая вода, образующаяся при конденсации водяного пара, должна иметь нейтральную реакцию (рН 7,0). Вобрав же кислоты, образующиеся из диоксидов серы и азота, дождь становится заметно кислым (рН 6,0—4,0). По содержанию кислот современные дожди в ряде случаев соответствуют кислотности сухого вина, а часто и столового уксуса.

Загрязнение кислотными дождями воды водоемов влечет за собой глубокие химические и биологические перестройки водных систем. Так, при снижении рН водных объектов до 6,0 — 6,5 погибают улитки, моллюски, ракообразные, гибнет икра земноводных. При рН 5,0 — 6,0 гибнут сиговые рыбы, форель, хариус, лосось, окунь, щука и другие виды рыб, а также отмирает планктон и насекомые. Наряду с гибелью озер происходит деградация лесов. Прямой ущерб выражается в химическом ожоге растений, снижении прироста, изменении состава подпологовой растительности. Кислотные дожди опасны и вредны для человека и окружающей среды еще по целому ряду причин. Известно, что ртуть, содержащаяся в природных водоемах, под влиянием кислой среды может превратиться в ядовитую монометилловую ртуть. Рыба, накапливая в своих тканях это токсичное соединение ртути, может стать причиной отравления людей. При заборе питьевой воды с повышенной кислотностью токсические вещества из материалов труб и других сооружений водопровода, контактирующих с такой водой, могут растворяться в ней и негативно влиять на здоровье людей. Кислотные дожди разрушают предметы, конструкции из металла (в городах коррозия металла в десятки раз быстрее происходит, чем в сельской местности), также они воздействуют на здания, сооружения, памятники архитектуры.

**Парниковый эффект.** Такие газы, как углекислый газ, метан, оксиды азота, озон, фреоны, пропуская солнечные лучи через атмосферу, препятствуют обратному длинноволновому тепловому излучению с земной поверхности, что приводит к так называемому «парниковому» эффекту. За последнее столетие температура на Земле повысилась в среднем на 0,6 °С, а наибольший рост температуры произошел за последние 25 лет. В настоящее время скорость роста температуры на Земле примерно в 10 раз больше, чем за период с 1850 по 1960 гг.

При современных антропогенных нагрузках каждые 10 лет температура будет повышаться на 0,5 °С, что повысит уровень Мирового океана из-за таяния снегов и льдов на 1—1,2 м за каждые 10 лет. Имеются расчеты о том, что подъем уровня Мирового океана на 6 м приведет к затоплению суши Земли. В наибольшей степени это угрожает прибрежным районам и островным государствам (Великобритания, Япония и др.). Повышение средней глобальной температуры на 1,5—4,5 °С приведет к перераспределению осадков на Земле, увеличится количество опустыненных земель, так как почвенная влага будет испаряться сильнее, растает вечная мерзлота.

**Озоновые дыры.** Под «озоновыми дырами» понимают уменьшение количества озона в атмосферном воздухе над ограниченными территориями Земли, основная функция которого состоит в охране человека и природной среды Земли от воздействия жесткого космического излучения (коротковолнового ультрафиолета). Известно, что каждый потерянный процент озона в масштабе планеты вызывает 150 тыс. случаев слепоты из-за катаракты, на 2,6 % увеличивается количество раковых заболеваний кожи, подавляется иммунная система организма.

Основные механизмы разрушения озона:

- фотолиз озона с образованием молекулярного ( $O_2$ ) и атомарного (O) кислорода;
- соединение молекулы озона с атомом кислорода с образованием двух молекул кислорода;
- разрушение озона с участием химических примесей, выполняющих роль катализаторов (соединения хлора, фреоны и продукты их разрушения);
- разрушение озона при взаимодействии с аэрозолями, поступающими в стратосферу в результате выброса газов и пыли при мощных извержениях вулканов, в результате загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий, транспорта.
- активное участие в разрушении озона принимают также заряженные частицы — ионы, имеющиеся в тропо- и стратосфере. Ионы в атмосфере возникают под воздействием высокоэнергичных космических или солнечных частиц;
- к числу веществ, разрушающих озон атмосферы, относятся продукты неполного сгорания органического топлива сверхзвуковых самолетов и космических аппаратов. За счет них разрушается до 10 % озонового слоя атмосферы.

**Токсические туманы.** Они возникают при высоком уровне загрязненности атмосферы и неблагоприятной для ее самоочищения погоде (антициклональная погода с туманом и безветрие, а также температурная инверсия).

Как известно, в обычных условиях температура воздуха понижается по мере удаления от поверхности Земли. Однако периодически возникают такие состояния атмосферного воздуха, которые называются температурной инверсией («перевертывание»), при которой нижние слои воздуха становятся более холодными, чем верхние слои. Поэтому загрязнения атмосферы не могут подниматься вверх и остаются в приземном слое воздуха, где концентрации этих загрязнений резко возрастают. Наиболее высокие концентрации наблюдаются при сильных морозах в период зимних инверсий. Они возникают в результате сильного охлаждения земной поверхности и приземных слоев воздуха.

Нередки и ночные инверсии вследствие охлаждения земли, чему способствует ясное небо и сухой воздух (высокая влажность и облачность препятствуют инверсии). Ночные инверсии достигают максимума в ранние утренние часы. Инверсии образуются в долинах гор, так как с гор спускается холодный воздух и подтекает под теплый.

Различают два типа токсических туманов: смог лос-анджелесского типа (фотохимический туман) и смог лондонского типа.

*Фотохимический туман* впервые наблюдался в Лос-Анджелесе, а теперь возникает во многих городах различных стран. Первичной реакцией является разложение диоксида азота под действием УФ-излучения солнечной радиации (с длиной волн 400 нм) на оксид азота и атомарный кислород ( $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{O}$ ). Эта реакция приводит к образованию озона ( $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$ ). Последний реагирует с углеводородами и образует комплекс соединений, названных *фотооксидантами* (органические перекиси, свободные радикалы, альдегиды, кетоны). Накапливаясь при соответствующей погоде (ясная, безветрие) в атмосферном воздухе озон и другие фотооксиданты вызывают сильное раздражение слизистых оболочек глаз, верхних дыхательных путей. О концентрации фотооксидантов в воздухе судят по содержанию озона. Считают, что 0,5- 0,6 мг/м<sup>3</sup> озона вызывает сильный фотохимический туман.

*Смог лондонского типа* наблюдается при пасмурной, туманной погоде, способствующей возрастанию концентрации сернистого газа и трансформации его в еще более токсичный аэрозоль серной кислоты.

При действии смогов на население отмечается раздражение слизистых оболочек глаз (резь в глазах, слезотечение), верхних дыхательных путей (мучительный кашель). У части пострадавших от смога людей наблюдается одышка, общая слабость, иногда - чувство удушья. Тяжело переносят смог лица, страдающие бронхиальной астмой, декомпенсированными формами заболеваний сердца, хроническим бронхитом и т.п.

Статистический анализ показал, что в дни смога возрастает обращаемость населения за медицинской помощью, а также смертность от хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы и органов дыхания.

Вредное воздействие атмосферных загрязнений на здоровье людей по времени проявления эффекта можно разделить на две основные группы:

1) *острое действие* - эффект наступает непосредственно за периодом возрастания концентраций атмосферных загрязнений до критических величин. Проявляется только в особых ситуациях (например, при авариях на промышленных предприятиях или в случае токсических туманов) и является провоцирующим фактором обострения хронических сердечно-сосудистых, легочных, аллергических (бронхиальная астма) заболеваний и повышения общей заболеваемости и смертности от хронических болезней.

2) *хроническое действие* - является результатом длительного влияния атмосферных загрязнений малой интенсивности. Оно встречается значительно чаще, чем острое и может быть разделено на две подгруппы:

- хроническое специфическое действие - вызывается такими загрязнителями воздуха, как фтор, бериллий, соединениями свинца, мышьяка, золы и многими др. Так, зарегистрированы многочисленные случаи флюороза среди детского населения, в связи с загрязнением воздуха соединениями фтора в районах размещения алюминиевой промышленности. Особую роль играют примеси в атмосферном воздухе, вызывающие *отдаленные последствия*. К ним относятся вещества, обладающие канцерогенным, эмбриотропным, тератогенным, гонадотоксическим и мутагенным действием.

- хроническое неспецифическое действие - выражается в ослаблении иммунозащитных сил, ухудшении физического развития детей, увеличении общей заболеваемости.

Наконец, ряд веществ, содержащихся в воздухе, например озон, обладает так называемым радиомиметическим действием, сходным с действием ионизирующих излучений.

Твердые и жидкие частицы, содержащиеся в атмосферном воздухе, приводят к значительному загрязнению оконных стекол, снижая освещенность внутри помещений, а также влияют на микроклимат и световой климат городов.

### **Гигиеническая характеристика воздушной среды закрытых помещений**

Современный человек проводит в помещениях жилых и общественных зданий в зависимости от образа жизни и условий трудовой деятельности от 50 до 85 % суточного времени. Поэтому внутренняя среда помещений, даже при относительно невысоких концентрациях токсических веществ, небезразлична для человека и может влиять на его самочувствие, работоспособность и здоровье.

Основными источниками загрязнения воздуха закрытых помещений являются внешний атмосферный воздух, строительные и отделочные полимерные материалы, жизнедеятельность организма самого человека и бытовая деятельность.

*Окружающий атмосферный воздух* - качество воздушной среды закрытых помещений по химическому составу в значительной степени зависит от его качества, так как здания имеют постоянный воздухообмен и не защищают жителей от загрязненного атмосферного воздуха. Степень проникновения различных химических загрязнителей атмосферного воздуха в помещения различна: концентрации диоксида серы, озона и свинца обычно ниже, чем снаружи; концентрации оксидов азота, углерода и пыли близки внутри и снаружи; концентрации же ацетальдегида, ацетона, бензола, этилового спирта, толуола, этилбензола, ксилола и других органических соединений в воздухе помещений превышают их концентрации в атмосфере более чем в 10 раз, что, видимо, связано с внутренними источниками загрязнений.

*Полимерные строительные и отделочные материалы* - одни из самых мощных внутренних источников загрязнения воздушной среды закрытых помещений. Номенклатура полимерных материалов насчитывает около 100 наименований. Их используют для покрытия полов, отделки стен, теплоизоляции наружных кровли и стен, гидроизоляции, герметизации и облицовки панелей, изготовления оконных блоков и дверей и т.д. Установлено, что все полимерные материалы выделяют разнообразные токсичные для организма человека вещества:

- поливинилхлоридные материалы выделяют в воздушную среду бензол, толуол, этилбензол, циклогексан, ксилол, бутиловый спирт;
- древесно-стружечные плиты на фенолформальдегидной и мочевиноформальдегидной основах — фенол, формальдегид и аммиак;
- стеклопластики — ацетон, метакриловую кислоту, толуол, бутанол, формальдегид, фенол, стирол;
- лакокрасочные покрытия и клейсодержащие вещества — толуол, бутилметакрилат, бутилацетат, ксилол, стирол, ацетон, бутанол, этиленгликоль;
- ковровые изделия из химических волокон — стирол, изофенол, сернистый ангидрид.

Интенсивность выделения летучих веществ зависит от условий эксплуатации полимерных материалов — температуры, влажности, кратности воздухообмена в помещении, времени эксплуатации. Даже в небольших концентрациях эти химические вещества могут стать причиной сенсibilизации организма. Установлено, что в помещениях, насыщенных полимерными материалами, наблюдается большая подверженность населения аллергическим и простудным заболеваниям, гипертонии, неврастении, вегетососудистой дистонии. Наиболее чувствительными являются организмы детей и больных людей.

*Продукты жизнедеятельности организма человека* — антропотоксины. Установлено, что человек в процессе своей жизнедеятельности выделяет около 400 химических соединений, причем пятая часть из них относится к числу высокоопасных веществ (2-й класс опасности), это диметиламин, сероводород, диоксид азота, окись этилена, бензол. К 3-му классу — малоопасным веществам

— относятся уксусная кислота, фенол, метилстирол, толуол, метанол, винилацетат.

*Бытовые процессы* - сжигание газа, стирка, приготовление пищи, курение. Газификация квартир повышает уровень их благоустройства, но результаты многочисленных исследований показали, что открытое сжигание газа ухудшает состояние воздушной среды газифицированных жилищ в плане загрязнения разнообразными химическими веществами и ухудшения микроклимата помещений. Было установлено, что при часовом горении газа в воздухе помещений концентрации веществ составляли ( $\text{мг/м}^3$ ): оксид углерода — 15; формальдегид — 0,037; оксид азота — 0,62; диоксид углерода — 0,44; бензол — 0,07, причем высокие концентрации этих веществ обнаруживались не только на кухне, но и в жилых помещениях. Температура воздуха в помещении во время горения газа повышалась на 3—6 °С, влажность — на 10—15 %. После выключения газа концентрации химических веществ снижались, но к исходным величинам иногда не возвращались и через 1,5—2,5 ч.

У пассивных курильщиков (некурящих людей, находящихся рядом с курящими), компоненты табачного дыма вызывали раздражение слизистых оболочек глаз, увеличение содержания в крови карбоксигемоглобина, учащение пульса, повышение уровней артериального давления. С табакокурением напрямую связывают развитие рака бронхолегочной системы. Подсчитано, что 40 выкуренных сигарет в день поставляют в легкие около 150 мг бенз(а)пирена дополнительно к бенз(а)пирену атмосферного воздуха.

## ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗАЦИИ АТМОСФЕРЫ ЯВЛЯЮТСЯ:
  1. ионизирующая радиация радиоактивных пород земли и космическое излучение;
  2. открытое пламя и нагретые поверхности
  3. электрические разряды
  4. высокая скорость движения воздуха
  5. распыление и разбрызгивание воды
2. КОЭФФИЦИЕНТ УНИПОЛЯРНОСТИ - ОТНОШЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ИОНОВ ( $N^+$ ) К КОЛИЧЕСТВУ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ ( $N^-$ ) В НОРМЕ СОСТАВЛЯЕТ:
  1. 1,2 – 1,3
  2. 1,8 - 2,0
  3. 50
  4. 2
3. КОЭФФИЦИЕНТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ - ОТНОШЕНИЕ СУММАРНОГО КОЛИЧЕСТВА ТЯЖЕЛЫХ АЭРОИОНОВ ( $N$ ) К ЛЕГКИМ АЭРОИОНАМ ( $N$ ) ОДНОГО И ТОГО ЖЕ ЗНАКА ( $N/N$ ) В НОРМЕ НЕ ПРЕВЫШАЕТ:
  1. 50.
  2. 1,2 – 1.3
  3. 20
  4. 2
4. САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ ОЦЕНИВАЮТ ПО СЛЕДУЮЩИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ:
  1. микробное число
  2. наличие гемолитического стрептококка
  3. наличие бактерий группы кишечной палочки
  4. наличие золотистого стафилококка
  5. наличие плесневых и дрожжевых грибов
5. НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫМИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЯВЛЯЮТСЯ
  1. автотранспорт
  2. промышленные предприятия
  3. авиатранспорт
  4. теплоэлектростанции
  5. животноводческие хозяйства

**6. К ОБРАЗОВАНИЮ МЕТЕМОГЛОБИНА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИВОДИТ ВДЫХАНИЕ ВОЗДУХА С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ:**

1. СО
2. NO<sub>2</sub>
3. канцерогенных веществ
4. диоксида серы

**7. ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ ЭТО:**

1. выпадение дождей, содержащих слабые растворы серной и азотной кислот
2. накопление углекислого газа в верхних слоях атмосферы, препятствующее нормальному теплообмену между землей и космосом
3. ухудшение состояния озонового слоя земли
4. возрастание концентрации сернистого газа в атмосфере и трансформации его в токсичный аэрозоль серной кислоты вследствие температурной инверсии при туманной и пасмурной погоде.

**8. ТОКСИЧЕСКИЙ ЛОНДОНСКИЙ СМОГ ЭТО:**

1. выпадение дождей, содержащих слабые растворы серной и азотной кислот
2. накопление углекислого газа в верхних слоях атмосферы, препятствующее нормальному теплообмену между землей и космосом
3. ухудшение состояния озонового слоя земли
4. возрастание концентрации сернистого газа в атмосфере и трансформации его в токсичный аэрозоль серной кислоты вследствие температурной инверсии при туманной и пасмурной погоде.

**9. ОСНОВНЫМИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМИ ВОЗДУХА ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ЯВЛЯЮТСЯ:**

1. окружающий атмосферный воздух
2. полимерные отделочные и строительные материалы
3. бытовые процессы
4. продукты жизнедеятельности организма человека
5. автотранспорт

**Варианты ответов**

| Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа | Номер задания | Номер ответа |
|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 1             | 1,2,3,4      | 2             | 1            | 3             | 1            |
| 4             | 1,2,4,5      | 5             | 1,2,3,4      | 6             | 2            |
| 7             | 2            | 8             | 4            | 9             | 1,2,3,4      |

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная:**

1. Пивоваров Ю. П. Гигиена и основы экологии человека : учебник / Ю. П. Пивоваров, В. В. Королик, Л. С. Зиневич. - М. : Академия, 2006. - 526 с.
2. Пивоваров Ю. П. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и основам экологии человека : учеб.пособие. - М. : ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2001. - 431с.

### **Дополнительная:**

1. Гигиена : учебник / ред. Г.И. Румянцев. - М. : ГЭОТАР-Медиа, **2009**. - 608 с.
2. Гигиена с основами экологии человека: учебник / ред. П. И. Мельниченко. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 752 с.