
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ВОЗДЕЙСТВИИ ФОТОХИМИЧЕСКОГО СМОГА И ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Амиранашвили А.Г., Чихладзе В.А., Блядзе Т.Г.

Институт геофизики им. М.Нодиа, E-mail: avto_amiranashvili@hotmail.com

Вступление

Обычно выделяют два типа смога: связанный с загрязнением воздуха выхлопными газами транспорта, содержащими окислы азота, и связанный с загрязнением атмосферы копотью или дымами, содержащими двуокись серы. Необходимой составной частью процесса образования смога первого типа (лос-анджелесского смога) являются фотохимические реакции; во втором случае (лондонский смог) фотохимические реакции могут участвовать в образовании смога, но их участие не является обязательным [12].

Фотохимический смог – результат смешения в воздухе нескольких загрязняющих веществ: оксидов азота (например, диоксид азота – продукт горения ископаемого топлива), летучих органических веществ (лапы бензина, красок, растворителей, пестицидов и других химикатов), перекиси нитратов. Все эти вещества обладают высокой химической активностью и легко окисляются, поэтому фотохимический смог считается одной из основных проблем современных мегаполисов. Смог может образовываться при любых природных и климатических условиях в крупных городах и индустриальных центрах с сильным загрязнением воздуха. Наиболее вреден смог в теплые периоды года, в солнечную безветренную погоду, когда верхние слои воздуха достаточно разогреты, чтобы останавливать вертикальную циркуляцию воздушных масс. Смог – серьезная проблема всех крупных мегаполисов. Смог может стать причиной одышки, затруднения и остановки дыхания, головных болей, кашля. Также он вызывает воспаление слизистых оболочек глаз, носа и гортани, снижение иммунитета. Во время смога часто повышается количество госпитализаций, рецидивов и смертей от респираторных и сердечных заболеваний.

Среди густонаселенных городов, подверженных смогу, – Афины, Лондон, Лос-Анджелес, Мехико, Москва, Гонконг, Пекин. Большое число производств, расположенных в континентальной части Китая, настолько сильно загрязняют воздух, что небоскребы Гонконга часто скрыты за плотной завесой смога [6,11].

В качестве примера в таблице 1 представлено сравнение смога Лос-Анджелеса и Лондона. Как видно из этой таблицы, лос-анджелесский смог появляется при более высокой температуре и меньшей влажности, чем лондонский. Основные особенности фотохимического смога, наблюдаемого в Лос-Анджелесе, следующие:

1. Смог образуется в ясную солнечную погоду при низкой влажности воздуха, причем максимальная концентрация вызывающих раздражение веществ наблюдается вскоре после полудня;
2. Химически он действует как окислитель и вызывает растрескивание резины;
3. Смог наблюдается в виде беловатого тумана, однако ухудшение видимости – наименее серьезный эффект по сравнению с другими;
4. Смог вызывает у людей раздражение глаз и губит листву у растений [12].

Сравнение смога Лос-Анджелеса и Лондона

Характеристика	Лос-Анджелес	Лондон
Температура воздуха	От 24 до 32° С	От -1 до 4° С
Относительная влажность	<70%	85% (+ туман)
Инверсия температуры	На высоте 1000 м	На высоте нескольких сотен метров
Скорость ветра	< 3м/с	Безветренно
Видимость	<0,8-1,6 км	<30 м
Месяцы наиболее частого появления	Август – сентябрь	Декабрь – январь
Основные топлива	Бензин	Уголь (и бензин)
Основные составляющие	O ₃ , NO, NO ₂ , CO, органические вещества	Мелкие частицы, CO, соединения серы
Тип химических реакций	Окисление	Восстановление
Время максимального сгущения	Полдень	Раннее утро
Основное воздействие на здоровье	Раздражение глаз, нарушение дыхание	Раздражение дыхательных путей
Наиболее повреждаемые материалы	Резина	Железо, бетон

Основные компоненты смога и их воздействие на организм человека

Главным загрязнителем атмосферы в городах является автотранспорт. Утро многих горожан начинается со звука включаемых двигателей и запаха отработанных газов. Выброс загрязнителей при прогреве машины, особенно зимой, значительно выше, чем при её движении по двору. В целом, отработанные газы в опасных концентрациях распространяются до третьего-четвёртого этажа. Если запах газов ощущается в квартире, то можно быть уверенным, что их содержание превышает норму. Современный автомобиль производит коктейль, включающий в себя более чем 200 загрязняющих веществ. В их числе:

Углеводороды: образуются при неполном сгорании топлива. Автотранспорт ответственен, примерно, за 39% выбросов углеводородов в индустриально развитых странах. Бензиновые двигатели выбрасывают углеводородов больше, чем аналогичные дизельные двигатели.

Одним из наиболее опасных углеводородов является бензопирен — он естественно встречается в сырой нефти. Высокие концентрации бензопирена наблюдаются на городских магистралях, а также вблизи заправочных станций. Доказано, что бензопирен является сильным канцерогеном, в частности, вызывает лейкемию, врождённые уродства. Для бензопирена не существует пороговых концентраций — он представляет угрозу для здоровья в любом количестве. Реальную опасность представляет загрязнение бензопиреном песка игровых площадок и почвы газонов. Поступление токсичных веществ в организм ребёнка происходит через рот с грязными руками и игрушками. По некоторым оценкам, на долю грязных рук приходится до 63% ежесуточного поступления токсичных веществ в организм ребёнка [14].

Угарный газ (CO): автомобили — основной источник угарного газа. Угарный газ — одно из наиболее токсичных соединений, негативно влияет на здоровье людей. Он воздействует на организм человека, уменьшая насыщаемость крови кислородом и, тем самым, ослабляет восприятие, вызывает замедление рефлексов и сонливость. Это увеличивает частоту головных болей и негативно отражается на всей нервной системе, а также — на сердце и кровообращение. В больших дозах — смертелен.

Окислы азота (NO и NO₂): Двоукись азота негативно воздействует и на человека, и на растения. Приостанавливает рост и вызывает поражение зерновых. У человека вызывает заболевание дыхательных путей, негативно сказывается на функции лёгких, повышает вероятность вирусных заболеваний. Окись азота и двоукись азота играют основную роль в

формировании кислотных дождей (в Европе они образуют до 50% кислот, выпадающих с дождями). Кислотные дожди вызвали усыхание больших лесных массивов в Северной Европе. Они также являются причиной изменений в почвенной флоре — происходит развитие азотолюбивых видов, взамен других видов — и чрезмерного развития микрофлоры в морях и озёрах, что создаёт недостаток кислорода в воде, и губительно действует на живые организмы. В индустриально развитых странах, 47% окиси азота в атмосфере — это выбросы автомобилей. Эпидемиологические исследования показали, что симптомы бронхита у детей, больных астмой, при длительном воздействии NO_2 усугубляются. Снижение функции легких также связывают с воздействием NO_2 при уровнях концентрации, регистрируемых (или наблюдаемых) в настоящее время в городах Европы и Северной Америки [1,2,14,20].

Приземный озон. В верхних слоях атмосферы озон присутствует естественно (озоновый слой), и это — преимущество, защищающее землю от опасного космического излучения. Ниже озон является загрязнителем, он вредит здоровью людей, природе, естественным и искусственным строительным материалам. Формирование приземного озона — косвенное последствие загрязнения, которое вызывают машины. Он получается в результате фотохимических реакций, в которых участвуют оксиды азота и углеводороды, выбрасываемые автомобилями. Озон — один из основных составных фотохимического смога, который влечёт глазные заболевания, головные боли, кашель, лёгочные заболевания и др. Наиболее подвержены негативному воздействию астмастики и дети. Однажды в Афинах смог такого типа убил 8 человек, а ещё 200 попали в больницы. Количество тропосферного (приземного) озона удвоилось в северном полушарии, по сравнению с прошлым столетием.

Соединения серы (SO , SO_2 и другие): вызывают окисление почв и вод, отрицательно воздействуют на здоровье человека и природной среды. SO_2 может воздействовать на дыхательную систему и функции легких и вызывать раздражение глаз. Воспаление дыхательных путей приводит к появлению кашля, секретию слизи, обострению астмы и развитию хронического бронхита, а также делает людей более уязвимыми перед инфекциями дыхательных путей. В дни с повышенными уровнями концентрации SO_2 возрастает число случаев госпитализации с болезнями сердца и смертность. При соединении SO_2 с водой образуется серная кислота, которая является основным компонентом кислотных дождей, приводящих к исчезновению лесов [1,2,14,20].

Альдегиды: группа веществ, появляющихся в выхлопах машины, в результате неполного сгорания топлива. Они обычно имеют едкий запах и ответственны за большую часть запаха, ассоциируемого с дорожным движением. Альдегиды негативно воздействуют на здоровье человека. Один из самых распространённых — формальдегид — вызывает раздражение глаз, носоглотки, насморк, кашель, затруднение дыхания. Дети к нему наиболее чувствительны. Есть доказательства, подтверждающие канцерогенность формальдегида для животных, но, в настоящее время, это не подтверждено достоверно для людей. Дизельные двигатели выбрасывают больше альдегидов, чем бензиновые, наихудшими являются двигатели на метаноле. В среднем, выбросы альдегидов от металлических машин в 2-6 раз больше, чем от бензиновых.

Сажа. Это, в основном, маленькие частицы угля, абсорбирующие потенциально опасные вещества (в частности, полиароматические углеводороды, вызывающих рак). Частицы достаточно малы, чтобы проникать глубоко в лёгкие при дыхании. Дизельные моторы продуцируют значительно больше частиц, чем бензиновые. Частицы в воздухе могут обострять респираторные заболевания, такие, как бронхит и астма.

Твердые частицы с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм (TЧ_{10}) и менее 2.5 мкм ($\text{TЧ}_{2.5}$). Вторые частицы наиболее опасны при вдыхании, так как они могут достигать периферических отделов бронхиол и препятствовать газовому обмену внутри легких. TЧ воздействуют на большее число людей, чем какой-либо другой загрязнитель воздуха. Основными компонентами TЧ являются сульфаты, нитраты, аммиак, хлористый натрий, углерод, минеральная пыль и вода. Они состоят из сложной смеси твердых и жидких частиц органических и неорганических веществ, присутствующих во взвешенном состоянии в воздухе.

При нынешних уровнях концентрации TЧ их воздействие на здоровье испытывает на себе большинство жителей городских и сельских районов как в развитых, так и в развивающихся странах. Постоянное воздействие частиц усиливает риск развития сердечно-сосудистых и респираторных болезней, а также рака легких. В развивающихся странах под воздействием загрязнителей, образующихся в результате сгорания твердых видов топлива на открытом огне или в традиционных печах, возрастает риск развития острых инфекций нижних дыхательных путей и связанная с ними смертность среди детей раннего возраста; загрязнение воздуха внутр

помещений в результате использования твердого топлива является также одним из основных факторов риска развития хронической обструктивной болезни легких и рака легких у взрослых людей. Смертность в городах с высокими уровнями загрязнения воздуха превышает аналогичные показатели в относительно более чистых городах на 15-20%. Даже в Евросоюзе воздействие $\text{TC}_{2.5}$, образуемых в результате деятельности людей, приводит к сокращению средней ожидаемой продолжительности жизни на 8,6 месяца [1,2,20].

Тяжёлые металлы. Машинами выбрасываются такие тяжёлые металлы как никель, ртуть, хром, кадмий, цинк, железо, мышьяк, марганец и бериллий. Некоторые из них — мышьяк, ртуть, кадмий и свинец — могут быть высокотоксичными в очень малых концентрациях. Накопление тяжёлых металлов в почвах, изменяет их химические и биологические свойства. Металлы аккумулируются в живых организмах и попадают в пищевые цепи. В частности, через коровье молоко и рыбу они попадают в человеческий организм и влекут ряд тяжёлых заболеваний. Основные источники выбросов тяжёлых металлов — это металлургия, электростанции, мусоросжигательные заводы и автомобильный поток. Тетраэтилсвинец очень токсичен и может поразить практически все органы и системы человеческого организма. Постоянное воздействие небольших доз, в течение долгого времени, негативно воздействует на нервную и кровяную системы, ослабляет умственные способности у детей [14].

Ниже, в таблице 2 представлены обобщенные данные о последствиях воздействия на здоровье людей некоторых составляющих смога [8].

Таблица 2

Последствия воздействия на организм человека некоторых вредных веществ

Вредные вещества	Последствия воздействия на организм человека
Оксид углерода	Препятствует абсорбированию кровью кислорода, что ослабляет мыслительные способности, замедляет рефлексы, вызывает сонливость и может быть причиной потери сознания и смерти
Свинец	Влияет на кровеносную, нервную и мочеполовую системы; вызывает, вероятно, снижение умственных способностей у детей, откладывается в костях и других тканях, поэтому опасен в течение дни
Оксиды азота	Могут увеличивать восприимчивость организма к вирусным заболеваниям (типа гриппа), раздражают легкие, вызывают бронхит и пневмонию
Озон	Раздражает слизистую оболочку органов дыхания, вызывает кашель, нарушает работу легких; снижает сопротивляемость к простудным заболеваниям; может обострять хронические заболевания сердца, а также вызывать астму, бронхит
Токсичные выбросы (тяжелые металлы)	Вызывают рак, нарушение функций половой системы и дефекты у новорожденных

Таким образом, последствия воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, весьма серьезны и имеют широчайший диапазон действия: от кашля до летального исхода. Во время смога, как правило, существенно повышается количество случаев госпитализаций, ремиссий и смертей от респираторных и сердечных заболеваний [13].

Тяжёлые металлы могут оставаться в атмосферном воздухе до 10 дней и переноситься на расстояние до 2000 км. Огромный урон здоровью людей нанёс тетраэтилсвинец, вещество которое добавляется в топливо для увеличения вырабатываемой мощности мотора (этилированный бензин).

Дженерал Моторз внедрила топливо со свинцовой присадкой в 1923 г. Но, в октябре 1924 года 5 из 49 рабочих завода в Нью-Джерси, производивших свинцовую присадку, умерли. Другие

35 заболели серьезными неврологическими расстройствами. Журналисты исследовали смертные случаи на других заводах [14].

У 7 из 10 детей в Мехико, по исследованиям медиков, наблюдается задержка в развитии, вызванная отравлениями свинцом, источником которого являются машины. Исследования микроэлементного состава организма детей в городе Нижний Новгород показали, что у 10% младших школьников и 26% дошкольников обнаружено содержание свинца в волосах, превышающее его допустимые уровни. Наличие повышенных и высоких концентраций свинца обусловлено загрязнением атмосферного воздуха и почвы микро территорий постоянного пребывания детей, основным источником загрязнения которых и является автотранспорт [14].

Результаты загрязнения городского воздуха транспортом не заставили себя ждать: кривая роста заболеваемости в городах идет параллельно кривой роста автопарка. Повсеместно здоровье маленьких горожан свидетельствует о том, что уровень здоровья всего населения падает. С ростом детской заболеваемости сталкиваются, прежде всего, современные матери, обнаруживая, что, после рождения ребенка, его сразу же надо лечить: восстанавливать микрофлору кишечника, реабилитировать нервную систему и мозг — с помощью массажа, уколов, лекарств и т. д. И, по очередям в поликлиниках и восстановительных центрах, они понимают, что в таком положении — большинство [14].

Даже при низких концентрациях, озон может вызвать обострение астмы у детей. Смог также ослабляет иммунитет, увеличивая восприимчивость к некоторым болезням, таким как пневмония или бронхит. Пожилые люди, особенно с сердечными заболеваниями или проблемами легких, особенно чувствительны к озону и смогу [9].

Группа ученых из Национальной Академии Наук США обнаружила, что смертные случаи от смога не ограничены группами высокого риска. На основании результатов исследований отдельной группы специалистов, состоящей из 13 человек и занимающейся исключительно влиянием вредных газовых образований на здоровье человека, установлено, что даже краткосрочное воздействие смога на организм человека (в течение 24 часов или меньше) может вызвать болезнь легких, госпитализацию, и даже смерть. По их мнению, необходимо продолжить исследования, чтобы определить каковы могут быть последствия от длительного влияния смога на человеческий организм.

Проведенные исследования оказались недостаточными для того, чтобы точно определить в каких концентрациях и какая продолжительность воздействия вредных газов в городском воздухе не вызовет заболеваний со смертельным исходом. Но ученые убеждены, что безопасный уровень концентрации некоторых веществ в атмосфере должен быть значительно ниже уровня, считающегося в настоящее время допустимым.

В марте 2008 года в США была проведена акция «За чистый воздух». Тогда и были пересмотрены допустимые нормы концентрации озона в воздухе, позволяющие ограничить количество вредных газообразований. Новые стандарты вступят в силу через два года на международном уровне и многие страны будут обязаны считаться с ними, ограничивая уровень загрязнения воздуха [9].

По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), долговременное загрязнение машинами воздуха в Австрии, Швейцарии и Франции является причиной преждевременной смерти более чем 21 000 человек ежегодно, в основном, от заболеваний сердца и дыхательных путей. Этот показатель превышает количество людей, ежегодно погибающих в этих 3-х странах, при дорожно-транспортных происшествиях [14].

Из 20 умерших один является жертвой смога. По данным ВОЗ, от смога погибает в три раза больше людей, чем в дорожных авариях. Эти данные подтверждают выводы, сделанные итальянскими учеными о том, что в 8-ми самых крупных городах мира ежегодно смог уносит жизни 3500 человек. Ученые пришли к выводу, что в 5% случаев причиной летального исхода являются яды, содержащиеся в воздухе. Как заявил Роберто Бертолини, координатор ВОЗ по Европе, на старом континенте каждый год жертвами загрязнения атмосферы становятся, по меньшей мере, 100 тысяч человек. Во Франции, Швейцарии и Австрии ежегодно от загрязненного воздуха умирают 40 тысяч человек. В США количество жертв достигает 70 тысяч. Столько же людей умирают от рака легких и простаты [18].

В различные сезоны года действия метео-геофизических факторов на организм человека различно. Так, по среднемесячным данным 1980-1990 гг, получено, что негативный вклад концентрации приземного озона в вариации смертности населения г. Тбилиси по причинам сердечно сосудистых заболеваний в холодное полугодие (7,4%) вполне соизмерим со вкладом

таких метео-геофизических факторов, как температура воздуха (11.4%), относительная влажность воздуха (10.4%), количество и продолжительность магнитных бурь (6,2 % и 11.5% соответственно), числами Вольфа (7.2%). Наибольшую роль в вариациях смертности в холодное полугодие играют вариации числа легких ионов в воздухе – 23.3%. Вклад вариаций скорости ветра в изменчивости смертности небольшой (2.8%).

В теплое полугодие вклад изменчивости концентрации приземного озона в вариации смертности (6.2%) соизмерим с вкладами количества и продолжительности магнитных бурь (5.5 % и 8.0% соответственно). Наибольшую роль в вариациях смертности в теплое полугодие в Тбилиси играют вариации температуры воздуха (32.4%), чисел Вольфа (15.4%), скорости ветра и относительной влажности воздуха (13.7 % и 13.6% соответственно). Вклад вариаций содержания легких ионов в воздухе в изменчивость смертности несущественен (2.9 %) [22,26].

Число дней со смогом в атмосфере японской столицы достигло своего пика в начале 1970-х годов. В первой половине 1970-х службы охраны окружающей среды ежегодно публиковали от 20 до 40 предупреждений о повышенной загрязненности атмосферы и более 1 тыс. человек в год получали из-за смога тяжелые заболевания. Но после того как были приняты меры против загрязнения атмосферы, такие предупреждения стали звучать все реже, и с середины 1980-х до 1990 года выходило не более 10 таких предупреждений в год. Кроме того, на протяжении нескольких лет не было ни одного сообщения о том, что кто-либо заболел по причине загрязнения окружающей среды.

Однако с 2000 года положение вновь начало ухудшаться. В 2000 и 2001 годах были опубликованы уже 23 предупреждения о повышенной опасности смога, а в 2002 году – 19. В 2003 году из-за прохладного лета число дней со смогом несколько уменьшилось и были опубликованы всего 8 предупреждений, но в 2004 году от воздействия смога пострадали более 150 человек (только летом 17 предупреждений о концентрации загрязнений в токийской атмосфере, превышающей все допустимые нормы) [16].

Рекордное количество в 28 из 47 префектур Японии издали в 2007 г. предупреждение о фотохимическом смоге, в том числе префектуры Нингата и Оита, которые выдали такое предупреждение впервые, – сообщается в обзоре Министерства охраны окружающей среды. Число людей, пожаловавшихся на проблемы со здоровьем из-за смога, который вызывает резь в глазах и боль в горле, достигло 1910 человек в 14 префектурах. Предупреждения были выпущены в префектуре Сайтама сроком на 32 дня, что является самым большим сроком, затем идет префектура Канагава (20 дней), и Тиба с Токио (17 дней) [10].

В таблицах 3 и 4 представлены данные о ежегодном воздействии загрязнения воздуха на здоровье людей в штате Пенсильвания (США) [23].

Таблица 3

Ежегодное воздействие смога (приземного озона) на здоровье людей в штате Пенсильвания

Эффект на здоровье	Предполагаемое число случаев	Диапазон
Госпитализация по поводу заболеваний органов дыхания	7000	5100 – 9000
Приступы астмы	300000	150000 – 420000
Ограничение дней трудовой деятельности	1000000	1000000 – 1800000
Увеличение симптомов болезней	4000000	1800000 – 5500000

Таблица 4

Ежегодное воздействие загрязнений воздуха на здоровье детей в штате Пенсильвания

Эффект на здоровье	Предполагаемое число случаев	Диапазон
Случаи смертности младенцев (сажа)	20	12 – 22
Астма (смог)	3000	400 – 7300
Острый Бронхит (сажа)	40000	21000 – 51000
Приступы астмы (сажа)	150000	12000 – 180000
Пропущенные школьные дни (сажа)	900000	700000 – 1000000

Тяжелая ситуация сложилась в Москве летом 2010 года. Как только Москву накрыл смог, количество вызовов «скорой помощи» увеличилось на 15 процентов. Сотрудники столичных моргов признались, что к ним поступало в два раза больше трупов, чем в обычные дни. Количество смертельных исходов увеличилось, особенно среди онкологических больных [24]. С 1 по 15 июля в Москве умерло 1560 человек. Это больше, чем обычно за полмесяца, но не намного. Однако во второй половине самого жаркого за 140 лет месяца количество умерших увеличилось более чем вдвое – 3595 человек [19]. Властям России пришлось признать, что в результате их бездействия летом во время катастрофических климатических условий и пожаров умерли более 55 000 человек. Издание «Независимая газета» сообщило, что положительная тенденция роста населения, которая наблюдалась за прошлый год, резко снизилась и приостановилась. В течение восьми месяцев своей смертью умерли более 198 000 человек. По данным газеты, в результате бездействия властей за лето 2010 года погибло больше людей, чем во время чеченской войны. Общий показатель смертности составил 2,8 процентов. Только за июль и август 2010-го в России умерло на 55 800 человек больше [7].

В целом, ситуация летом 2010 года в Москве оказалась хуже, чем в декабре 1952 года в Лондоне, когда столица Англии погрузилась в смог, который впоследствии был назван Великим смогом. Смог властвовал над городом только 4 дня – с 5 по 9 декабря 1952 года, но последствия этой экологической катастрофы оказались ужасными. По данным лондонских медиков на тот момент количество смертей (особенно среди младенцев, престарелых и страдающих респираторными заболеваниями) резко выросло и достигло 4000 «досрочных» смертей. Но на самом деле, как считают власти, последствия были еще более ужасающими – примерно 12000 смертей и 100000 заболевших в тот период [21].

Знаменитый лондонский смог, сокращает жизнь лондонцев в среднем на 10 лет. Об этом сообщили ученые из лондонского Королевского колледжа. Как показали проведенные ими исследования, в ходе которых были отобраны несколько тысяч проб воздуха в 80 различных точках города, концентрация в смоге пылевых микрочастиц в несколько раз превышает предельно допустимые нормы [25].

Допустимые нормы для некоторых составляющих смога.

Озон. Озон является токсичной примесью атмосферы, оказывающей в высоких концентрациях негативное воздействие на здоровье человека и растительность. Он относится к веществам первого класса опасности - «ЧРЕЗВЫЧАЙНО ОПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА» [29]. Вследствие особой токсичности озона Всемирная организация здравоохранения включила его в список пяти основных загрязняющих веществ, содержание которых необходимо контролировать при определении качества воздуха.

В различных странах предельно допустимые нормы (ПДК) концентрации приземного озона различные.

Так, в России в соответствии с Гигиеническими нормативами ГН 2.2.5.1313-03 (от 15.06.03) «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» максимальная ПДК озона – 100 мкг/м³. Особенности действия на организм: озон – вещество с остронаправленным механизмом действия, требующее автоматического контроля над его содержанием в воздухе [28].

В соответствии с Гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (от 25.06.03) максимальная разовая (среднечасовая) ПДК озона 160 мкг/м³, среднесуточная ПДК – 30 мкг/м³ [27]. Отметим, что в Грузии пока ориентируются на Российские нормы.

В США для населения ПДК для приземного озона составляет 240 мкг/м³ в среднем за час наблюдений, и 160 мкг/м³ в среднем за 8 часов измерений [5].

Для Евросоюза для населения ПДК для приземного озона составляет 180 мкг/м³ в среднем за час наблюдений, и 120 мкг/м³ в среднем за 8 часов измерений. При среднечасовой КПО 180 мкг/м³ проводится информирование населения, а при среднечасовой КПО 240 мкг/м³ и выше – предупреждение населения [4]. Отметим, что ранее рекомендуемый предельный уровень (средний уровень за 8 часов 120 мкг·м⁻³) был снижен до 100 мкг·м⁻³ на основе недавно сделанных заключений относительно связи, наблюдаемой при уровне концентрации ниже 120 мкг·м⁻³, между показателями ежедневной смертности и уровнями концентрации озона. В частности, результаты

нескольких проведенных в Европе исследований свидетельствуют о возрастании ежедневной смертности на 0,3% и смертности от болезней сердца на 0,4% при повышении уровня содержания в воздухе озона на $10 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$ [1,2,20].

Для растений в Евросоюзе введена так называемая накопленная норма концентрации приземного озона АОТ40 – сумма часовых значений разности КПО выше $80 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$ и $80 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$ в период с 1 мая по 31 июля для измерений с 8 до 20 часов по среднеевропейскому времени. АОТ40 для растений составляет $6000 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}\cdot\text{час}$, для лесов – $20000 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}\cdot\text{час}$ (здесь счет ведется с 1 апреля до 30 сентября) [4].

Двуокись азота (NO_2). Среднегодовой уровень $40 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$, среднечасовой уровень $200 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$. При кратковременном превышении уровня концентрации в $200 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$ двуокись азота является токсичным газом, вызывающим сильное воспаление дыхательных путей. NO_2 является основным источником нитратных аэрозолей, образующих одну из основных фракций $\text{TЧ}_{2,5}$, а в присутствии ультрафиолетового света – озона.

Двуокись серы (SO_2). Среднесуточный уровень $20 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$, средний уровень за 10 минут $500 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$. Воздействию SO_2 при уровне ее концентрации в воздухе, равном $500 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$, нельзя подвергаться более 10 минут. Результаты исследований свидетельствуют о том, что у определенного числа людей, больных астмой, происходят изменения легочной функции и развиваются респираторные симптомы в результате воздействия SO_2 в течение такого кратковременного периода, как 10 минут.

Твердые частицы с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм (TЧ_{10}) и менее $2,5 \text{ мкм}$ ($\text{TЧ}_{2,5}$). $\text{TЧ}_{2,5}$ – среднегодовой уровень $10 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$, среднесуточный уровень – $25 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$, TЧ_{10} – среднегодовой уровень $20 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$, среднесуточный уровень – $50 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$ [1,2,20]

Руководящие принципы ВОЗ по качеству воздуха

Загрязнение воздуха как внутри помещений, так и снаружи, является одной из наиболее важных проблем в области гигиены окружающей среды, которая касается каждого жителя развитых и развивающихся стран. "Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха" (РКВ) 2005 года представляют собой глобальное руководство для уменьшения последствий загрязнения воздуха для здоровья. Выпущенные впервые в 1987 году [1] и обновленные в 1997 году [2] руководящие принципы были рассчитаны на Европу. Новые руководящие принципы (2005 года) предназначены для применения во всем мире и основаны на экспертной оценке последних научных данных. В них рекомендованы пересмотренные предельные уровни концентрации некоторых загрязнителей воздуха: твердых частиц (TЧ), озона (O_3), двуокиси азота (NO_2) и двуокиси серы (SO_2) для наблюдения во всех регионах ВОЗ [1,2,20].

Руководящие принципы ВОЗ по качеству воздуха представляют собой согласованную на самом широком уровне и соответствующую современным требованиям оценку последствий загрязнения воздуха для здоровья и рекомендуют цели в отношении качества воздуха, по достижению которых можно значительно снизить риски для здоровья. Даже сравнительно низкие уровни концентрации загрязнителей воздуха связаны с целым рядом неблагоприятных последствий для здоровья [1,2,20].

Снижая уровень загрязнения твердыми частицами (TЧ_{10}) с 70 до $20 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$, можно сократить смертность, связанную с качеством воздуха, примерно на 15%. Снижая уровни загрязнения воздуха, можно помочь странам уменьшить бремя болезней, вызванных респираторными инфекциями, заболеваний сердца и рака легких. Для стран, все еще имеющих очень высокие уровни загрязнения воздуха, в руководящие принципы ВОЗ в качестве их составной части включены предварительные цели для содействия постепенному сокращению выбросов. Такими предварительными целями являются: концентрация TЧ_{10} на уровне до $150 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$ в течение не более трех дней в году (для краткосрочных максимальных величин загрязнения воздуха) и на уровне $70 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$ для длительного воздействия TЧ_{10} [1,2,20].

Более половины бремени, связанного с воздействием загрязненного воздуха на здоровье людей, несут жители развивающихся стран. Во многих городах среднегодовые уровни TЧ_{10} (образуемые, в основном, при сжигании ископаемых и других видов топлива) превышают 70

мкг·м⁻³. В руководящих принципах указано, что для предотвращения плохого состояния здоровья эти уровни не должны превышать 20 мкг·м⁻³.

Плохое качество воздуха внутри помещений может представлять опасность для здоровья более половины населения мира. В домах, где для приготовления пищи и обогрева используется топливо из биомассы и уголь, уровни концентрации ТЧ могут в 10-50 раз превышать уровни, рекомендуемые в руководящих принципах.

Воздействие загрязненного воздуха можно существенно уменьшить путем снижения уровня содержания в воздухе некоторых наиболее распространенных загрязнителей, выделяемых при сгорании ископаемых видов топлива. Такие меры будут также способствовать снижению концентрации парниковых газов и уменьшению глобального потепления.

Помимо рекомендуемых уровней в РКВ выдвигаются также предварительные цели по борьбе с загрязнением воздуха в помещениях, по каждому загрязнителю воздуха, направленные на постепенное снижение уровня их концентрации. При достижении этих целей можно ожидать значительного снижения риска острых и хронических последствий для здоровья людей в результате загрязнения воздуха. Однако окончательной целью должно быть достижение уровней, рекомендуемых в руководящих принципах [1,2,20].

В РКВ 2005 года впервые определяется уровень концентрации для твердых ТЧ с целью достижения по возможности самых низких уровней. В связи с тем, что пороговая величина, ниже которой не наблюдается вреда для здоровья, не установлена, рекомендуемые уровни должны рассматриваться в качестве доступных и достижимых целей для минимизации последствий для здоровья в контексте местных ограничений, возможностей и приоритетов общественного здравоохранения.

Варианты защиты от смога

В качестве примера ниже представлен список официальных рекомендаций Минздравсоцразвития России о том, как вести себя в условиях смога:

- стараться избегать длительного нахождения на воздухе ранним утром. В такое время в воздухе находится максимальное количество вредных веществ;
- как можно реже бывать на открытом воздухе, особенно в самое жаркое время суток;
- рекомендуется обильное питье, так как при высокой температуре человек сильно потеет и теряет достаточно большое количество натрия и жидкости через кожные покровы и дыхательные пути. Для возмещения потери солей и микроэлементов рекомендуется пить подсоленную и минеральную щелочную воду, обезжиренное молоко, молочнокислые напитки (молочная сыворотка), соки, минерализованные напитки, кислородно-белковые коктейли. Исключить газированные напитки;
- необходимо ограничить физические нагрузки;
- в целях снижения токсического воздействия смога принимать поливитамины (при отсутствии противопоказаний);
- при усилении запаха дыма рекомендуется надевать защитные маски, которые следует увлажнять, а оконные и дверные проемы изолировать влажной тканью. Особенно это относится к пожилым людям, детям и тем, кто страдает хроническими недугами: сердечно-сосудистыми заболеваниями, сахарным диабетом, хроническими заболеваниями легких, аллергическими заболеваниями;
- в помещениях проводить ежедневные влажные уборки;
- при выборе одежды отдавать предпочтение натуральным тканям;
- несколько раз в день принимать душ;
- промывать нос и горло;
- употреблять легкоусвояемую, богатую витаминами и минеральными веществами пищу, отдавать предпочтение овощам и фруктам;
- не принимать алкогольные напитки и пиво, исключить курение, так как это провоцирует развитие острых и хронических заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем;
- в случае возникновения симптомов острого заболевания или недомогания (при появлении признаков одышки, кашля, бессонницы) необходимо обратиться к врачу;
- при наличии хронического заболевания строго выполнять назначения, рекомендованные врачом [15].

Врачи также называли людей, для которых задымленный воздух может представлять особую опасность [17]. Это: аллергики; астматики; маленькие дети, у которых еще не сформировалась защитная система; пожилые люди - у них обычно много хронических заболеваний; люди с сердечно-сосудистыми заболеваниями; люди, склонные к приступам панических атак, невротики.

Им всем медики рекомендуют особенно внимательно относиться к своему здоровью – переживать жару и смог по возможности в закрытых помещениях, выходить на улицу в масках (не забывайте их регулярно увлажнять), всегда иметь под рукой таблетки или ингаляторы, принимать успокоительные или применять расслабляющие медитативные техники [17].

Согласно рекомендациям медиков, на период сильного смога людям с ослабленным здоровьем следует покинуть города и промышленные центры, а всем прочим - как можно реже бывать на улице, окна в помещениях держать закрытыми, в жилых и рабочих помещениях задействовать устройства для увлажнения воздуха, пользоваться одеждой свободного покроя, снизить физические нагрузки (в том числе сократить количество и продолжительность занятий спортом), употреблять как можно больше жидкости, а при передвижении по открытым пространствам не пренебрегать влажными марлевыми повязками.

Помимо этого, организму в борьбе с "задымлением" существенную помощь может оказать употребление в пищу продуктов, содержащих вещества-антиоксиданты: зеленых овощей, зелени, смородины, морской рыбы и оливкового масла. В качестве успокоительных и анти стрессовых средств специалисты рекомендуют настойки валерианы и пустырника, а также отвары крапивы, ромашки, хмеля [13].

В заключение отметим, что в Грузии состояние загрязнения атмосферы существенно отличается от загрязнения атмосферы в развитых странах. Использование некачественного топлива, особенности рельефа, динамики воздушных масс, микроклиматических условий, наличие тектонических разломов и др. могут приводить к образованию фотохимического смога, компоненты которого существенным образом отличаются от смога в развитых странах. Поэтому уточнение значений предельно допустимой нормы приземного озона для наших условий, являющегося основным индикатором фотохимического смога и характеризующим его интегральное воздействие на здоровье население, на наш взгляд является весьма важной задачей.

Как было отмечено выше в США, Западной Европе, Японии и других развитых странах разработан целый ряд многосторонних экологических программ, направленных на сокращение автомобильных выбросов в атмосферу, снижение загрязнений путем изменения состава горючего и др. Регулярно проводится оповещение населения об опасных уровнях содержания озона в атмосфере и др. Подобные мероприятия целесообразно проводить и в нашей стране. Однако эти мероприятия не принесут существенного успеха из-за весьма интенсивного развития в мире промышленности и транспорта. Для резкого же уменьшения выбросов в атмосферу фотооксидантов, связанных на переход экологически чистого горючего, необходимы революционные преобразования в топливно-энергетической сфере. В обозримом будущем таких преобразований в мире пока не предвидится.

Поэтому, по нашему мнению, дополнительно к указанным выше мероприятиям, необходимо проведение исследований по разработке методов активного воздействия на фотохимический смог, хотя бы на уровне лабораторных экспериментов. Такие работы с 2010 года начаты в Институте геофизики им. Михаила Нодиа. Результаты этих лабораторных исследований позволят оценить возможность их использования в практических целях (очистка воздуха на особо загрязненных локальных территориях, зонах отдыха и др.).

Работа выполнена при поддержке гранта GNSF/ST08/5-437.

1. Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series. No. 91).
2. Air quality guidelines for Europe. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 1987 (WHO Regional Publications, European Series. No. 23).
3. Brauer M., Vedal S. - Health effects of photochemical smog: seasonal and acute lung function change in outdoor workers, *Journal of Environmental Medicine*, Vol. 1. Issue 3. PP. 163 – 170.
4. Directive 2002/3/EC of the European Parliament and of the council of 12 February 2002 relating to ozone in ambient air, *Official Journal of the European Communities*, 9.3.2002, L67/14-L67/30.
5. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), National Air Pollutant Emissions Trends, 1900-1995, EPA-454/R-96-007, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C., 1996.
6. <http://www.carstock.ru/dDictionary>
7. <http://kavkasia.net/Russia/2010/1288399971.php>
8. <http://mou004.omsk.edu.ru/ecolog/atm.htm>
9. <http://news.gradusnik.ru/news>
10. <http://news.leit.ru/archives/1149>
11. <http://poslezavtra.com.ua/kak-smog-povliyai-na-moskvichej/>
12. <http://referat.yabotanik.ru/jekologiya/smog+eco>
13. http://www.apteka-ifk.ru/novosti_farmachevtiki/view/202/
14. <http://www.ecology.md/section.php?section=news&id=51>
15. <http://www.infox.ru/03/body/2010/08/09.html>
16. <http://www.inopressa.ru/print/yomiuri/2004/08/23/12:56:35/smog>
17. <http://www.medikforum.ru/news/health/treatment/3248-chem-opasen-smog.html>
18. <http://www.pogoda.ru.net/health.htm>
19. <http://www.sunhome.ru/journal/125580>
20. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru/index.html>
21. <http://znaeteli.ru/2010/08/velikij-smog-1952>
22. Kharchilava D., Amiranashvili A., Amiranashvili V., Chikhladze V., Gabeledava V. - Long-term variations of atmospheric ozone in Georgia and their connection with human health, Proc. 1st Int. Conf. on Ecology and Environmental Management in Caucasus, Tbilisi, Georgia, October 6-7. 2001. PP. 80-82.
23. Madsen T., Willcox N. - Air Pollution and Public Health in Pennsylvania, Penn Environment Research & Policy Center. April 2006. 49 p.
24. www.SpecLetter.com/obcshestvo/2010-08-07/dyshat
25. www.speleomed.ru
26. Амиранашвили А.Г., Амиранашвили В.А., Гогуа Р.А., Матиашвили Т.Г., Нодия А.Г., Харчилава Д.Ф., Хунджа А.Т., Чихладзе В.А., Таварткиладзе К.А., Габелдава В.А. – Оценка риска некоторых метео-геофизических факторов для здоровья людей в условиях Восточной Грузии (на примере Тбилиси), Сб. докл. 3-ей Межд. конф. “Состояние и охрана воздушного бассейна и водно-минеральных ресурсов курортно-рекреационных регионов”, Kislovodsk, 21-24 апреля 2003. 74-76.
27. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 (от 25.06.03) “Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест”.
28. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03 (от 15.06.03) “Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны”.
29. ГОСТ 12.1.007-76 - “ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности”.

ფოტოქიმიური სმოგის და მიწისპირა ოზონის ადამიანის ჯანმრთელობაზე
ზემოქმედების შესახებ თანამედროვე მდგომარეობის მიმოხილვა

ამირანაშვილი ა., ჩიხლაძე ვ., ბლიაძე თ.

რეზიუმე

წარმოდგენილია ფოტოქიმიური სმოგის და მიწისპირა ოზონის ადამიანის
ჯანმრთელობაზე ზემოქმედების შესახებ თანამედროვე მდგომარეობის მიმოხილვა.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ВОЗДЕЙСТВИИ ФОТОХИМИЧЕСКОГО
СМОГА И ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Амиранашвили А.Г., Чихладзе В.А., Блиадзе Т.Г.

Реферат

Представлен обзор современного состояния вопроса о воздействии фотохимического смога и
приземного озона на здоровье человека.

**CONTEMPORARY STATE OF A QUESTION ABOUT THE ACTION OF
PHOTOCHEMICAL SMOG AND SURFACE OZONE ON HUMAN HEALTH**

Amiranashvili A., Chikhladze V., Bliadze T.

Abstract

The review of the contemporary state of a question about the action of photochemical smog and surface
ozone on human health is represented.