

ПОГОДА,  
КЛИМАТ  
И ВОЗДУХ,  
КОТОРЫМ МЫ  
ДЫШИМ



Всемирная  
Метеорологическая  
Организация

Погода • Климат • Вода

ВМО-№ 1035



ПОГОДА,  
КЛИМАТ  
И ВОЗДУХ,  
КОТОРЫМ МЫ  
ДЫШИМ

ВМО-№ 1035

© Всемирная Метеорологическая Организация, 2009

Право на опубликование в печатной, электронной или какой-либо иной форме на каком-либо языке сохраняется за ВМО. Небольшие выдержки из публикаций ВМО могут воспроизводиться без разрешения при условии четкого указания источника в полном объеме. Корреспонденцию редакционного характера и запросы в отношении частичного или полного опубликования, воспроизведения или перевода настоящей публикации следует направлять по адресу:

Chairperson, Publications Board  
World Meteorological Organization (WMO)  
7 bis, avenue de la Paix  
P.O. Box 2300  
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Тел.: +41 (0) 22 730 8403  
Факс: +41 (0) 22 730 8040  
Э-почта: [publications@wmo.int](mailto:publications@wmo.int)

ISBN 978-92-63-41035-1

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Обозначения, употребляемые в публикациях ВМО, а также изложение материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны Секретариата ВМО какого бы то ни было мнения в отношении правового статуса какой-либо страны, территории, города или района, или их властей, а также в отношении делимитации их границ.

Мнения, выраженные в публикациях ВМО, принадлежат авторам и не обязательно отражают точку зрения ВМО. Упоминание отдельных компаний или какой-либо продукции не означает, что они одобрены или рекомендованы ВМО и что им отдается предпочтение перед другими аналогичными, но не упомянутыми или не прорекламированными компаниями или продукцией.

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Предисловие .....                                                  | 5  |
| Введение .....                                                     | 7  |
| Меняющаяся атмосфера .....                                         | 9  |
| Погода и климат: изменить воздух, которым мы дышим .....           | 17 |
| Воздух, которым мы дышим: изменение погоды и климата планеты ..... | 25 |
| Многодисциплинарные исследования: песчаные и пыльные бури .....    | 31 |
| Надежные инвестиции .....                                          | 35 |



# ПРЕДИСЛОВИЕ



*Мишель Жарро, Генеральный секретарь*

**В 1873 г. при проведении первого Международного метеорологического конгресса в Вене, Австрия, с целью учреждения Международной метеорологической организации — предшественницы Всемирной метеорологической организации (ВМО) — основные цели заключались в создании сетей метеорологических станций наблюдений. Благодаря внедрению последних разработок в области телеграфа, проведенных Самуэлем Морзе, эти станции получили надежную связь, что дало возможность достигнуть большого прогресса в составлении прогнозов погоды, что в свою очередь способствовало безопасности и эффективному функционированию морских перевозок.**

С течением времени диапазон метеорологического обслуживания, в особенности с появлением и быстрым развитием авиации, существенно расширился, а требования к нему стали более строгими. Вместе с тем, прогнозы погоды и метеорологическая статистика, которые в совокупности привели к появлению увлекательной новой дисциплины — климатологии — в основном касались скорее повышения эффективности и безопасности деятельности, проходящей в окружающей среде, а не охраны самой этой среды.

23 марта 1950 г. ММО стала называться ВМО, и позднее было решено, что ВМО и международное метеорологическое сообщество будут ежегодно отмечать в эту дату Всемирный метеорологический день, посвященный соответствующей теме. На своей пятьдесят

девятой сессии (Женева, май 2007 г.) Исполнительный совет ВМО принял решение о том, что темой Всемирного метеорологического дня в 2009 г. станет «Погода, климат и воздух, которым мы дышим» в признание интеграции вопросов охраны окружающей среды, которая была достигнута в рамках деятельности ВМО.

Особенно приятно отметить, что метеорологи накопили и хранят обширные базы данных о составе нашей атмосферы, хотя их возможные применения пока остаются неясными. Например, задолго до того, как появилась проблема озоновой дыры, метеорологи использовали спектрофотометры Добсона для изучения стратосферной циркуляции, что позволило ВМО сыграть ключевую роль в заключении Венской конвенции об охране озонового слоя и ее основного компонента — Монреальского протокола, а также в организации Встречи на высшем уровне «Планета Земля» — Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 г.).

Я уверен, что эта публикация будет особенно полезна тем, кто хочет познакомиться с приобретающей все большее значение взаимосвязью между составом нашей атмосферы, погодой и климатом, в особенности после выпуска Четвертого доклада об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата (одним из спонсоров которой является ВМО), получившей престижную Нобелевскую премию мира в 2007 г.

Мне хотелось бы поздравить все страны-члены ВМО по случаю Всемирного метеорологического дня 2009 г.

(М. Жарро)  
Генеральный секретарь



# ВВЕДЕНИЕ

**Воздух, которым мы дышим, постоянно меняется. Резкий рост народонаселения дал мощный импульс росту городов, изменению ландшафта и изменению климата, что в свою очередь ведет к изменению состава нашего воздуха. Эти изменения оказывают существенное воздействие на погоду и климат и, в свою очередь, на наше здоровье и здоровье экосистем.**

Многочисленные научные исследования связывают загрязнение воздуха с появлением респираторных и сердечнососудистых заболеваний, опухолей и расстройств нервной системы, а также болезней, передаваемых через воздух, и болезней, провоцируемых повышением температуры среды. Атмосферные осадки загрязняют наши водные пути и почву, нанося ущерб не только людям, но также животному и растительному миру. К таким экологическим проблемам относятся эрозия почв, подкисление океанов, озер, рек и лесов и накопление вредных соединений в растениях, флоре и фауне. Выбросы газов и аэрозолей в атмосферу также оказывают воздействие на изменение климата в долгосрочной перспективе. Метеорологи, гидрологи и климатологи предлагают бесценную информацию и услуги в целях содействия решению проблем здоровья людей и окружающей среды.

По мере того как ученые собирают все больше данных о постоянно меняющемся составе атмосферы, они все больше убеждаются, насколько тесно качество воздуха связано с погодно-климатической системой. Ветры, дожди, снег и температурные изменения — все они оказывают влияние на перенос и длительность пребывания загрязняющих веществ во всех регионах

мира. Чем глубже ученые познают принципы функционирования погодно-климатической системы, тем более эффективно они смогут составлять прогнозы распространения потенциально опасных атмосферных частиц и газов. В то же время сами по себе загрязняющие вещества оказывают воздействие на нашу погодно-климатическую систему. Например, частицы газа в атмосфере способны изменить структуру поглощения или отражения планетой массы поступающего тепла и могут замедлить или резко ускорить выпадение осадков. Понимание состава атмосферного воздуха в большой степени повысит способность ученых составлять краткосрочные прогнозы погоды и долгосрочные предсказания изменения климата.

Взаимозависимость погодно-климатической системы и глобального загрязнения является весьма важной областью исследований на XXI век. Национальные метеорологические и гидрологические службы (НМГС) стран-членов ВМО и их партнеры находятся на переднем крае этой работы. Путем проведения наблюдений изменений в составе атмосферы, анализа взаимосвязей между загрязнителями и погодно-климатической системой, а затем составления прогнозов качества воздуха и прогнозов изменения климата, НМГС дают жизненно важную информацию директивным органам и населению. Работая совместно с национальными, региональными и международными службами здравоохранения и охраны окружающей среды, они оказывают содействие снижению риска смерти и заболеваний, связанных с загрязнением, защищая, таким образом, нас и нашу планету.



# МЕНЯЮЩАЯСЯ АТМОСФЕРА

**В течение тысяч лет население планеты оставляло следы своей деятельности в атмосфере, заполняя ее газами, пылью и другими частицами. В 1661 г. Джон Эвелин отметил, что «грязные и жирные» пары «разъедают» легкие жителей Лондона. 250 лет спустя это положение, вероятно, стало еще хуже. Высокие темпы индустриализации на пороге XXI века принесли с собой глубокие изменения в составе воздуха, которым мы дышим.**

Промышленная революция способствовала образованию новых источников загрязнения воздуха. В результате повсеместного сжигания угля в воздух выбрасываются вредные компоненты дымовых частиц и двуокиси серы. Плотные туманы, как правило, связывают эти загрязнители, что приводит к их накоплению в больших количествах, которое носит название «смог». Эти опасные соединения также образуют воздушно-капельные смеси серной кислоты, которые приводят к раздражению дыхательных путей человека и наносят широкомасштабный ущерб окружающей среде.

По мере ускорения роста народонаселения с начала XX века быстрыми темпами росли масштабы загрязнения воздуха. Быстрорастущее население ведет к повсеместному росту крупных городских агломераций: из 6 млрд народонаселения Земли около половины в настоящее время проживает в городах. Такой рост народонаселения привел к существенному росту использования транспортных средств и росту спроса на электроэнергию, что в совокупности в больших масштабах требует сжигания минеральных топлив, которое ведет к выбросу в атмосферу химически активных газов.

С середины XX века транспортные средства, а также промышленные предприятия выбрасывают в атмосферу огромные количества оксида углерода, оксидов азота, двуокиси серы и микрочастицы, именуемые «твердыми частицами». Оксиды азота и другие вещества, называемые «летучими органическими соединениями», в комбинации с солнечным светом образуют приземной озон, который оказывает заметное воздействие на дыхательные пути. Во многих случаях смог связан с комбинацией солнечного света и химически активных газов — так называемый «фотохимический смог», — который в начале века носил название «лондонского смога». Транспортные средства и промышленные предприятия также выбрасывают парниковые газы, такие, как двуокись углерода, которые с течением времени изменяют климат, оказывая негативное воздействие на людей разными способами. К их далеко не

полному перечню относятся: изменение погодных условий, повышение уровня моря, таяние ледников и ледяного покрова, и усиливает тем самым уязвимость для стихийных бедствий и изменяет водный цикл и пищевые цепочки. Другими источниками антропогенного загрязнения в настоящее время являются горение лесов и растительности, а также сжигание мусора. Эти разнообразные источники загрязнения создают новые проблемы для охраны здоровья человека.

Согласно оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) два миллиона человек преждевременно умирают каждый год в результате загрязнения воздуха. Основными причинами этого являются приземной озон и загрязняющие вещества, входящие в состав смога, твердые частицы, двуокись серы и окись углерода. На эти загрязняющие вещества приходится большое число смертей и серьезное ухудшение здоровья в результате респираторных и сердечных заболеваний, в особенности в развивающихся странах. Даже относительно низкие концентрации этих загрязняющих веществ могут вызвать целый набор неблагоприятных последствий для здоровья человека. К счастью, достижения науки и техники, в особенности в области прогнозов качества воздуха, открыли для нас новые возможности для снижения риска, связанного с загрязнением воздуха.

## Улучшение перспектив

Олимпийские игры собирают вместе лучших атлетов мира. В прошедшие десятилетия они оказали также весьма полезный побочный эффект: принятие передовых мер по улучшению качества воздуха во время проведения олимпийских игр и расширение осведомленности общественности относительно проблем качества воздуха. Для олимпийских игр



*«Великий смог» в Лондоне в декабре 1952 г. стал стимулом для принятия своевременных мер.*

в Атланте 1996 г., штат Джорджия, США, в городе был принят ряд мер по снижению автомобильного движения и уменьшению уровня содержания озона и других вредных загрязнителей. Эта стратегия предусматривала новые формы организации общественного транспорта: на дороги города были выведены в дополнение к существующему парку еще 1000 автобусов, был изменен график доставки товаров, улицы города были закрыты для движения частного автотранспорта, и были предусмотрены гибкие часы работы предприятий и перемещения людей из пригородных районов. Медицинские исследования показали, что такие меры привели к резкому снижению астматических симптомов в период проведения игр. Для летних Олимпийских игр в Сиднее в 2000 г. и летних Олимпийских игр в Пекине в 2008 г. были приняты такие же меры, учитывающие специфику каждого района и направленные на улучшение качества воздуха для атлетов и туристов. После проведения игр в каждом городе сохранились благоприятные последствия, а именно: повысились качество воздуха и осознание общественностью пользы мер по улучшению качества воздуха.

Олимпийские игры являются лишь одним из примеров многих путей, по которым лучшее понимание и знание проблем качества воздуха может привести к более эффективной охране здоровья человека. С середины XX века правительства всех стран мира в той или иной степени принимают меры, направленные на снижение риска ущерба здоровью человека или его смерти в результате загрязнения воздуха. В свое время стимулом для принятия мер стал «Великий смог» в Лондоне в декабре 1952 г. В результате заболеваний скончалось около 4 000 человек, что привело к принятию Закона о чистом воздухе 1956 г., который ограничивал дымовые выбросы от сжигания угля. Этот закон оказал положительное воздействие: когда в 1962 г. было отмечено подобное явление, скончалось 750 человек, что представляет собой менее 20 % от цифры 1952 г. Постепенно уровни загрязнения смогом уменьшались, при этом в период между 1956 г. и 1980-ми годами интенсивность солнечного света возросла более чем на 70 %. Закон о чистом воздухе Соединенного Королевства привел к принятию подобных законов и в других странах. В США в результате принятия Закона о чистом воздухе в Лос-Анджелесе резко сократилось число опасных дней со смогом. В период с 1970-х гг. по 1999 г. число дней присутствия опасного озона в этом городе сократилось с 200 в течение года до 41 дня.

С ростом численности народонаселения по всему миру, в особенности в развивающихся странах, в городах принимаются все более эффективные меры по борьбе с последствиями увеличения парка автотранспортных средств. Во многих городах применяются комплексные подходы к смягчению последствий этого явления. Например, в Мехико в последнее время была принята программа повышения требований к автотранспортным средствам, запрещения автомобильного движения в критические дни качества воздуха и рационализации работы предприятий. Эта программа в сочетании с необычно сильными ветрами содействовала более низким уровням загрязнения в 2000 г. — первом за последние десять лет, когда в этом городе не объявлялась тревога в связи со смогом.

Ученые в НМГС и сотрудничающих с ними учреждений вносят большой вклад в меры по сдерживанию загрязнения. Они играют весьма важную роль в процессе наблюдений, анализа и предсказания состояния качества воздуха для информирования директивных органов и населения. Без этих служб способность городов проводить оценку проблем и эффективности политики по решению этих проблем была бы недостаточной.

#### Наблюдение за нашим воздухом

Практически рядом с любым местом на планете расположена система наблюдения, оборудованная для сбора конкретной информации о воздухе, которым мы



Аэрозольный фотометр для слежения за Солнцем, станция ГСА Риори, Япония.



## Стратификация воздушной среды

Воздух, которым мы дышим, находится в самом нижнем слое атмосферы, называемом тропосферой. Являясь производным словом от греческого слова «изменяться», тропосфера представляет собой среду, где формируется большая часть погоды в мире. При толщине около 10 километров тропосферный слой вмещает большое разнообразие газов, в основном азот и кислород, при небольших количествах парниковых газов — двуокиси углерода и метана. В сочетании с невидимым водяным

паром, который являются природным парниковым газом, и активным набором процессов смешения, в котором участвуют облака, гроззовые разряды и дождевые/снежные осадки, тропосфера является одним из основных механизмов формирования атмосферы. Примечательно, что взаимодействие тропосферы с поверхностью Земли и со стратосферой, находящейся над ней, может изменять поведение атмосферных загрязнителей.

дышим. Ясным вечером вы можете увидеть спутник, передающий на Землю данные о стихийном пожаре. Ясным днем вы можете увидеть коммерческий или исследовательский самолет или шар-зонд, измеряющий качество воздуха. В океане корабль на горизонте может брать, возможно, пробу воздуха над океаном и морской воды. Ежедневно более 10 000 обслуживаемых персоналом и автоматических приземных метеорологических станций, более 1 000 станций в верхних слоях атмосферы и около 3 000 коммерческих самолетов, более 1 000 судов, 1 000 дрейфующих океанских буев, 3 000 подводных сигнальных буев и сотни метеорологических радиолокационных станций проводят измерения в атмосфере, на земной поверхности и в океанах. Эти измерения дополняются наблюдениями за химическим состоянием атмосферы. Эффективно скоординированные наблюдения метеорологических параметров и параметров химического состава дают возможность ученым лучше понять и прогнозировать погоду, климат и качество воздуха.

Программа Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО (ИГСН) выступает в качестве координатора глобальных наблюдений при поддержке НМГЦ и их партнеров. Цель ИГСН заключается в поддержании высоких стандартов качества данных по всем службам. В дополнение к обеспечению основных систем наблюдений ИГСН поддерживает ряд международных видов деятельности по улучшению качества данных об атмосфере и усилению обмена данными.

Деятельность ИГСН охватывает многие сети наблюдений. На земле метеорологические станции измеряют скорость и направление ветра, температуру воздуха, уровни осадков и влажности. Каждый из метеорологических факторов играет важную роль в обеспечении качества воздуха. В целом, к примеру, чем больше скорость ветра, тем ниже будет концентрация загрязняющего вещества. Чем сильнее ветер, тем больше он размывает загрязняющие вещества и более активно их рассеивает.

Данные о скорости ветра также собираются платформами наблюдений, находящимися на большой высоте, включая радиозонды и самолеты. Результирующие таблицы скорости и направления ветров дают ученым картину структуры атмосферы. Океанские и космические станции, снабженные датчиками, дополняют данные поверхностных и приземных наблюдений. Океанские корабли и буи дают важную информацию относительно температуры морской воды, высоты волн и периода их колебаний.

Между тем, на высотах, находящихся гораздо выше, чем тот слой воздуха, которым мы дышим у поверхности земли, во все более широких масштабах используются спутники для наблюдения как метеорологических явлений, так и явлений, связанных с загрязнением воздуха. Космические приборы могут регистрировать начало образования песчаных бурь, выявлять очаги пожаров, определять наличие зон туманов или измерять изменения площади морского льда. Во все больших масштабах развиваются и без того значительные



## Вулканы и другие основные источники выбросов

15 июня 1991 г. произошло извержение вулкана Пинатубо на Филиппинах, в результате которого в атмосферу было выброшено 20 млн тонн двуокиси серы, что привело к созданию в верхних слоях атмосферы 30-мегатонного облака частиц серной кислоты, известных также как аэрозоли. В течение трех недель облако аэрозолей огибало земной шар и оставалось в верхних слоях атмосферы (стратосфере) в течение двух лет, отражая солнечные лучи обратно в космос и не давая им достигнуть Земли, что вызывало глобальное понижение температуры среды. Ученые все еще продолжают изучать это явление для углубления понимания воздействия вулканических извержений на климат и погоду.

Извержения вулканов являются природными явлениями, однако многие другие источники выбросов химических веществ в воздух связаны с деятельностью человека. При составлении моделей для прогнозов качества воздуха, погоды и климата ученые должны принимать во внимание все источники загрязнения. Ниже приводятся некоторые крупные источники загрязнителей, имеющие природную составляющую.

**Пожары:** пожары в континентальных тропиках и прибрежных регионах несут с собой широкомасштабные последствия для здоровья человека и климата. Возникающие в результате удара молнии пожары являются главным источником выбросов окиси углерода, летучих органических соединений и твердых частиц. Возникновение пожаров может также носить антропогенный характер, как, например, при подсечно-огневом земледелии и производстве древесного угля. Частота возникновения пожаров часто увеличивается при более жарких, сухих условиях, создаваемых изменением климата.

**Растения и деревья:** растительность производит летучие органические соединения и пыльцу, которые могут вызывать астму и аллергические реакции. Изопрен является известным летучим органическим соединением, выбрасываемым растительностью; он имеет высокую реактивную способность и может в значительной степени способствовать усложнению ситуации с загрязнением воздуха в летние периоды. Некоторые растения вырабатывают

более реактивные загрязняющие вещества, чем другие. Практика ведения лесного хозяйства может изменить характер естественных выбросов

**Другие виды биологической деятельности:** в результате микробиологической деятельности в атмосферу поступают двуокись углерода, метан, окислы азота и сернистые газы. Коровы и другие жвачные животные выделяют метан в результате функционирования их уникальных пищеварительных систем. Увеличение поголовья жвачных животных, связанное с глобальным ростом народонаселения, способствовало усилению эффекта парникового газа.

**Молнии:** удары молний, происходящие во время гроз, ведут к образованию больших объемов окислов азота и приводят к лесным пожарам. Как результат, удары молний непосредственно способствуют образованию атмосферного озона. В тропических районах Атлантического океана применялись спутники для наблюдения за озоном, который образовался в результате молний. Изменение климата может в глобальном масштабе повлиять на образование мощных грозových явлений.

**Песчаные и пыльные бури:** в результате песчаных и пыльных бурь образуются большие количества твердых частиц, которые перемещаются на расстояния весьма далекие от их источника. Эти частицы могут оказывать влияние на погоду, климат, вызывать респираторные расстройства и вспышки болезней, а также, возможно, способствовать формированию ураганных зон. На них может оказывать влияние корректировка деятельности человека, как, например, изменение ландшафта и практики ведения сельского хозяйства.

**Другие источники:** к загрязняющим веществам внутри помещений относятся твердые частицы и пыль, споры плесени и газы, появляющиеся в результате сжигания бытового топлива или дегазации строительных материалов. Многие люди проводят значительное время внутри помещений, однако серьезные риски, связанные с качеством воздуха внутри помещений, не являются основной темой настоящей брошюры.

прикладные исследования. Различные типы спутников, полярно-орбитальные, геостационарные оперативные метеорологические спутники, а также исследовательские спутники, регистрирующие параметры окружающей среды — все они в рамках объединенной системы обеспечивают наблюдение за широким кругом других параметров, таких, например, как содержание химических веществ в атмосфере, передают изображения облачности в видимом и инфракрасном спектре, изображения структуры водяных туманов и показатели структуры распределения ветров. Такой анализ стал возможным в результате применения пассивного зондирования электромагнитной радиации, излучаемой солнцем, молекулами воздуха и теплыми предметами. Геостационарные спутники в то же время собирают данные по аэрозолям, глобальному облачному покрову, температурам в океане и в атмосфере и другую важную информацию.

Наблюдения на земле, в океанах, в воздухе и в космосе обеспечивают основной источник информации, необходимой для оценки погоды, климата и качества воздуха и составления прогнозов. ВМО обеспечивает координацию и сбор информации о качестве воздуха с 1950-х гг. Большая часть информации о химическом составе атмосферы поступает одновременно из нескольких источников: наземные станции измеряют параметры воздуха, которым мы дышим, или получают информацию о составе атмосферного воздуха над поверхностью земли дистанционно с использованием солнечных спектрометров, лазеров и приборов шаров-зондов. Их дополняют наблюдения с самолетов и спутников.

Действуя в рамках своей программы Глобальной службы атмосферы (ГСА), ВМО координирует работу глобальной сети наблюдений за составом атмосферы, насчитывающей 24 глобальные станции, в том числе обсерваторию в Алерте, Нунавут (Канада), обсерваторию Мауна-Лоа на Гавайях, обсерваторию на вулкане Кения в Кении и обсерваторию Ушуая в Аргентине. Глобальные, а также региональные и вспомогательные станции собирают основные данные о качестве воздуха, которые позволяют определять тренды и химические процессы, которые изменяют наш воздух. В более чем 65 странах находятся наземные станции ГСА. Пять Всемирных центров данных ГСА координируют обмен данными между этими станциями наблюдения для проведения исследований озона, ультрафиолетового и солнечного излучения, парниковых газов и частиц, образующихся в результате горения биомассы и пыльных бурь.

Подробная информация о станциях ГСА находится по адресу: <http://www.wmo.int/gaw>.

В совокупности системы наблюдения за погодой, климатом и качеством воздуха обеспечивают системный подход к изучению постоянно меняющейся атмосферы. ВМО оказывает содействие НМГС своих стран-членов, обеспечивая им международные стандарты и систему обмена данными наблюдений и информацией. Охват системами наблюдений во всем мире является неровным. Выделение дополнительных инвестиций на системы наблюдения за составом атмосферы может ликвидировать существующие пробелы в охвате и обеспечить более точные данные о состоянии атмосферы.

### Прогнозирование качества воздуха

Если в начале летнего дня мы наблюдаем ясную погоду, то мы можем предположить, что, по крайней мере, утро будет солнечным, вместе с тем то, что этот день принесет с точки зрения присутствия различных загрязнителей в воздухе, является более неопределенным. К счастью, в последние годы более совершенные данные глобальных и региональных наблюдений значительно расширили возможности прогнозирования качества воздуха. Во многих местах в мире ежедневные прогнозы состояния атмосферы сопровождают прогнозы погоды. Такой прогноз, например, может звучать следующим образом: «Солнечный и жаркий день, уровни содержания озона в атмосфере высокие — по возможности не выходите на улицу». Создание такого прогноза даже с таким простым посланием является нелегкой задачей. Метеорологи в течение десятилетий работают с учеными по многим дисциплинам в направлении улучшения местных и региональных прогнозов качества воздуха и преобразуют научные данные в полезную информацию для населения.

Одним из поворотных пунктов в процессе предсказания качества воздуха были 1970-е гг., когда ученые приступили к интенсивным исследованиям кислотного дождя. Это было первым широким глобальным признанием загрязнения воздуха в качестве региональной проблемы, которая требует трансграничного сотрудничества. Такой дождь приносит соединения серы и азота в воды озер и на поверхность земли, нанося при этом ущерб экосистемам. Впервые ученые смогли четко установить, что эта проблема является результатом переноса загрязнителей на сотни и даже тысячи километров от

их источника. Эта работа легла в основу Конвенции о трансграничном переносе загрязнителей воздуха на большие расстояния 1979 г., в которой были установлены принципы борьбы с выбросами и пути сотрудничества, которые в конечном итоге ведут к снижению объема кислотных дождей во всем мире. Работа по оценке также сформировала основную базу для составления нынешних прогнозов качества воздуха.

С осознанием того, что загрязняющие вещества могут сохраняться в атмосфере в течение длительных периодов времени и перемещаться на большие расстояния, возникла острая необходимость отыскать более совершенные пути составления прогнозов качества воздуха. Метеорологи уже располагали методами прогнозирования погоды, а экологи использовали методы изучения загрязняющих веществ на объектах их выбросов, однако отсутствовал системный подход к объединению усилий обеих сторон. После принятия Конвенции 1979 г. обе группы ученых приступили к более тесному сотрудничеству, и процесс составления прогнозов был изменен. Более широкие возможности цифрового моделирования позволили составлять прогнозы качества воздуха на региональном уровне, которые координировались по континентам. С тех пор ученые работают над вопросом подготовки самых точных прогнозов качества воздуха на муниципальном, региональном и глобальном уровнях.

Проблемы, связанные с подготовкой точных и своевременных прогнозов носят многогранный характер.



Пример повреждения листьев арбуза от воздействия приземного озона — многие коммерческие сельскохозяйственные культуры уязвимы к воздействию озона.

Прежде всего, ученым необходимы данные о выбросах. Им необходимо знать точно, какие газы и частицы выбрасывают промышленные предприятия. Поначалу представление такой информации происходило на добровольной основе, но с принятием Конвенции 1979 г. и дополнительных протоколов, а также региональных законов объем поступающих данных стал увеличиваться. Ученым необходимо было обеспечить сочетание данных выбросов и других химических данных с метеорологическими данными, а именно: параметров давления, ветра, влажности, температуры, облачного покрова и осадков.

Для решения этих крупных проблем НМГС предлагают различные продукты прогнозирования качества воздуха. Многие учреждения используют их модели и данные прогнозирования и создали индексы качества воздуха — весьма полезный инструмент ежедневных прогнозов качества воздуха, — которые дают итоговые значения концентрации различных загрязнителей. Эти индексы весьма часто сопровождаются цветным кодом для указания категории риска, создаваемого загрязнителями воздуха, который исчисляется на основе статистической взвешенной средней величины наиболее преобладающих загрязнителей.

Многие страны мира публикуют сейчас индексы качества воздуха. Формы, в которых каждый регион использует эти индексы и прогнозы, являются различными: некоторые регионы используют цвета, в то время как другие используют словарную информацию для передачи степени риска; в некоторых случаях информация сообщается ежедневно, а в других случаях еженедельно или реже; некоторые регионы отмечают многие частицы и газы, в то время как другие уделяют основное внимание лишь одному загрязнителю.

На основе индексов могут составляться рекомендации по качеству воздуха, которые выпускаются совместно с местными экологическими органами или органами здравоохранения в тех случаях, когда уровни загрязнения воздуха превышают национальные стандарты. В таких рекомендациях содержится информация относительно того, каким образом не нанести ущерб здоровью при существующих характеристиках качества воздуха. Координация прогнозов и рекомендаций в трансграничном порядке требует стандартизации измерений и пороговых значений

Прогнозы и индексы качества воздуха для населения являются весьма важными не только для охраны здоровья, но также и для управления сельским и лесным



## Озон: хороший и плохой

Сейчас уже все знают о явлении «озоновой дыры» над полярными регионами. С 1980-х гг. научные оценки, просветительские кампании и законодательные инициативы создали у нас представление о быстро расширяющихся разрывах защитного стратосферного озонового слоя, что подвергает нас воздействию вредного ультрафиолетового излучения. Выяснилось, что антропогенная деятельность, а именно использование соединений хлорфторуглерода (ХФУ), приводила к эрозии озонового слоя в атмосфере на высотах 15–35 километров. После принятия глобальных мер по запрещению ХФУ и других веществ, разрушающих озоновый слой, в рамках Венской конвенции об охране озонового слоя (1985 г.) и Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой (1989 г.), атмосферные концентрации этих газов в настоящее время медленно снижаются. Согласно предположениям, стратосферный озоновый слой вернется к своим нормальным параметрам в период 2050–2065 гг., что, таким образом, восстановит его защитные свойства от вредного ультрафиолетового излучения.

Однако на этом история озонового слоя не заканчивается. В то время как слой озона, находящийся

в стратосфере высоко над поверхностью земли, благоприятен для людей и планеты, озон, который находится ближе к земле (приземной озон), имеет более пагубные последствия. Этот озон образуется из естественных источников и загрязняющих веществ — комбинации окислов азота, летучих органических соединений и солнечного света — и действует как парниковый газ. В результате выбросов транспортных средств и промышленных предприятий этот «плохой» озон и связанные с ним окислители создают фотохимический смог, который отравляет жизнь многим городским агломерациям, вызывая респираторные и сердечнососудистые заболевания. В густонаселенных районах озоновое загрязнение достигает своего максимума в летние периоды, поскольку большой объем солнечного света и тепла взаимодействует с выбросами промышленных предприятий и городского хозяйства. Такой плохой озон создает не только риски для здоровья человека, но также наносит ущерб деревьям, сельскохозяйственным культурам, флоре и фауне. Весьма часто он возникает в то же самое время, когда в воздухе присутствуют вредные твердые частицы, и может оказывать большое воздействие на сельскохозяйственное производство.

хозяйством. Воздействие озона может нанести ущерб клеткам растений, испортить их листья и снизить скорость роста. Повышение уровней озона в особенности в некоторых частях Азии создает риск для продовольственных запасов. В некоторых исследованиях прогнозировалось снижение урожайности некоторых культур в предстоящие десятилетия в результате повышения уровней содержания озона. Индексы озона могут дать фермерам заблаговременное предупреждение о тех днях, когда уровни приземного озона могут создавать опасность для их урожая.

По мере того как ученые продолжают продвигаться в направлении расширения своих возможностей в сфере прогнозирования, ВМО продолжает оказывать поддержку работе НМГС по распространению информации

о качестве воздуха среди населения. Главная цель заключается в содействии населению в понимании прогнозов и индексов, которые им сообщаются. Эти продукты должны эффективно информировать об уровне загрязнителей, которые создают риск для людей и окружающей среды, и о причинах, по которым эти загрязнители являются опасными. НМГС также должен работать в сотрудничестве с другими общественными службами, которые дают информацию гражданам о мерах, которые они могут принять в ответ на появление дней с плохими показателями качества воздуха. Поддерживаемые ВМО учебные рабочие совещания, стандарты и руководящие принципы, а также мобилизация средств — все это способствует расширению возможностей НМГС по прогнозированию качества воздуха.



# ПОГОДА И КЛИМАТ: ИЗМЕНИТЬ ВОЗДУХ, КОТОРЫМ МЫ ДЫШИМ

Огромные заасфальтированные площади, гигантское число небоскребов и других зданий, промышленные предприятия и строительные площадки, миллионы людей и тысячи легковых автомашин, грузовиков и автобусов — все это представляет собой весьма эффективное средство загрязнения воздуха. Асфальтовые покрытия и здания производят огромный объем тепла, поглощая излучение, удерживая его в городе в течение дня и отдавая его ночью. Как правило, в городах температура на 0,5–6 °С выше, чем в прилегающих пригородах и сельских зонах. Это избыточное тепло может усилить образование приземного озона. В зданиях используется мощное оборудование для кондиционирования воздуха, охлаждающее их, или для их обогрева, при этом выделяются большие объемы тепла и загрязняющих воздух веществ, скапливающихся над городом и его окрестностями. Растет потребление электроэнергии, что в свою очередь ведет к увеличению объема выбросов двуокиси углерода, окислов азота и окислов серы на близлежащих электростанциях. Транспортные средства, особенно при движении с частыми остановками, выбрасывают большой объем двуокиси углерода, окислов азота, двуокиси серы, окиси углерода и твердых частиц.

Географическое положение города может оказать существенное воздействие на качество его воздуха. На низких широтах высокие температуры летом ведут к более активному использованию кондиционеров воздуха, что увеличивает загрязнение. На высоких широтах вместе с зимой приходят туманы, и происходит процесс, называемый тепловой (или температурной) инверсией, когда холодный воздух задерживается у земли, препятствуя, таким образом, пространственному перемещению загрязнителей. Влияние оказывает также и топография. Город в долине испытает воздействия тепловой инверсии: загрязнители захватываются в пределах этого воздушного бассейна, и при отсутствии ветра они не могут уйти за границу гористой местности. Вместе с тем, вблизи крупного озера или океана постоянные ветры могут предотвратить застой загрязнителей.

Не является новостью то, что ветры, температура, осадки и другие метеорологические факторы играют главную роль в загрязнении воздуха. Новым является растущее понимание сложного характера процессов, относящихся к этим факторам, и связь между загрязнением воздуха и погодой. Расширение понимания этих взаимосвязей стало особенно важным в последние годы, когда число городов с населением, превышающим 10 млн человек, постоянно растет. Такие мегагорода встречаются везде:

к числу некоторых из них относятся Мумбай, Индия; Буэнос-Айрес, Аргентина; Карачи, Пакистан; Лагос, Нигерия; Мехико; Нью-Йорк, США; Париж, Франция; и Токио, Япония. Во всем мире продолжается рост городов, и сейчас как никогда все большее число людей стремится выбрать городскую жизнь, и эта тенденция будет сохраняться. «Хабитат» Организации Объединенных Наций прогнозирует, что к 2030 г. трое из пяти человек народонаселения земли или 4,9 млрд человек будут городскими жителями.

Такой резкий рост населения городов подвергает все большее число людей риску, связанному с загрязнением. ВОЗ отмечает, что во многих городах отсутствует мониторинг загрязнения воздуха, что делает весьма сложным полную оценку загрязнения воздуха. В то же время ВОЗ считает, что загрязнение воздуха является особенно высоким в ряде городов развивающихся странах, которые весьма быстро растут. Из двух миллионов людей, которые умирают каждый год от последствий загрязнения воздуха, приблизительно половина приходится на развивающиеся страны. В этих странах



MIKE KEMP

Индексы качества воздуха способствуют повышению информированности о загрязнении воздуха в городах.



## Атмосферные взвешенные частицы

Атмосферные взвешенные частицы (или аэрозоли) — это термин, обозначающий твердые или жидкие частицы, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии. Их влияние на здоровье человека определяется их размером. Размер взвешенных частиц является одним из основных факторов, оказывающих воздействие на здоровье человека, и результатом такого негативного воздействия являются респираторные инфекции, астма и нагрузка на легкие и сердце. Поэтому местные, национальные, региональные и международные стандарты качества воздуха, которые касаются взвешенных частиц, определяются их размером.

Общим стандартом —  $PM_{10}$  — является общая масса частиц меньше 10 микрон в диаметре (одна седьмая часть толщины человеческого волоса).  $PM_{10}$  поступают из разнообразных источников, включая фермы, промышленные предприятия, автомашины, сжигание биомассы и электростанции. Большая часть  $PM_{10}$  попадает в нос, горло и верхние дыхательные пути.

Одно из подмножеств  $PM_{10}$ , а именно частицы менее 2,5 микрон, именуемые  $PM_{2,5}$ , имеют

достаточно малый размер для того, чтобы проникать в нос и верхние дыхательные пути и проникать глубоко в легкие. Эти более мелкие частицы образуются в результате преобразования «газ-частицы» в атмосфере и состоят из сульфатов, органических веществ, углерода, а также из токсичных органических соединений и тяжелых металлов. Они вызывают озабоченность, поскольку, в отличие от более крупных частиц, образующих основную массу  $PM_{10}$ , могут проникать в легкие, минуя предохранительный механизм в виде ресничек респираторного эпителия и слизистой оболочки, и характеризуются большей вероятностью оседания в них.

Частицы различной величины отличаются не только по размеру, источникам и последствиям, они также и способу их перемещения в воздухе. Более крупные частицы остаются в воздухе минуты - дни, в то время как более мелкие частицы  $PM_{2,5}$  могут находиться в воздухе в течение дней — нескольких недель или даже месяцев в зависимости от того, какие объемы дождевых или снеговых осадков они встречают на своем пути.

особенно важными проблемами являются мобилизация ресурсов и разработка политики для проведения мониторинга и решения проблем загрязнения воздуха. Даже в развитых странах с относительно низкими уровнями загрязнения сохраняется существенный риск здоровью людей, в частности в связи с присутствием взвешенных частиц и озона.

Дети, пожилые люди и люди с признаками сердечных и легочных заболеваний особенно подвержены влиянию взвешенных частиц и озона. В 2006 г. в руководящих принципах ВОЗ отмечалось, что сокращение объема вдыхаемых взвешенных частиц в городах с высокой степенью загрязнения может уменьшить число смертей, связанных с загрязнением воздуха, на 15 процентов. Даже если во многих городах промышленные предприятия успешно добились сокращения своих выбросов в течение нескольких лет, выбросы транспортных средств в растущих городах продолжают поддерживать содержание взвешенных частиц на

высоких уровнях вместе с химическими прекурсорами озона. Подтверждая это, недавнее исследование Европейского агентства по окружающей среде отмечает, что дорожные перевозки являются единственным основным источником окислов азота, окиси углерода и некоторых летучих органических соединений и вторым крупным источником взвешенных частиц в большей части Европы.

Индексы качества воздуха, составляемые НМГС и их партнерами, содействуют повышению информированности о загрязнении воздуха городов. Извещая население городов о днях с высокими уровнями загрязнения, индексы могут дать возможность людям планировать свое пребывание вне дома, защищая, таким образом, их здоровье от загрязнения. Некоторые исследования относили снижение объема поступления больных детей в педиатрические клиники за счет рекомендаций, касающихся качества воздуха.

Для расширения возможностей НМГС в изучении и предсказании метеорологических аспектов загрязнения городов ВМО учредила Проект ГСА по метеорологическим исследованиям городской среды (ГУРМЕ). Вместе с Всемирной программой метеорологических исследований этот проект направлен на оказание содействия НМГС в предоставлении населению услуг по прогнозированию городского загрязнения, а также на определение того, какие метеорологические данные и данные о качестве воздуха необходимо измерять. Этот проект осуществляется в сотрудничестве с другими программами ВМО, ВОЗ и экологическими агентствами, и в его рамках в настоящее время реализуется несколько экспериментальных проектов для демонстрации различных средств борьбы с загрязнением воздуха.

В ходе осуществления первого экспериментального проекта проводится изучение причин образования загрязнения в атмосфере Пекина, Китай. При координации, обеспечиваемой Китайской метеорологической администрацией, этот проект окажет помощь метеорологам в проектировании более совершенных системы мониторинга, прогнозирования и предотвращения неблагоприятных событий, связанных с загрязнением воздуха. Также в Китае проект ГУРМЕ для Шанхая направлен на создание системы предупреждения об озоне, а также на углубление понимания химии атмосферы.

В Москве, Российская Федерация, в ходе осуществления экспериментального проекта, который координируется Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, проводится измерение и моделирование связей между погодой, качеством воздуха и климатом. Еще один экспериментальный проект, который реализуется в сотрудничестве с Национальным управлением по исследованию океанов и атмосферы США, направлен на расширение потенциала мониторинга фоновых загрязнителей. Эти загрязнители не являются прямым результатом действия каких-либо отдельных источников загрязнения; они скорее представляют собой своего рода «фон», и мониторинг таких загрязнителей зачастую осуществляется в районах, расположенных далеко от центров развития. Экспериментальный проект ГУРМЕ в Латинской Америке в основном касается таких городов, как Сантьяго-де-Чили, Чили, и Сан-Паулу в Бразилии, и предназначен для создания потенциала в этом регионе в службах, занимающихся качеством воздуха. Поддерживаемая ГУРМЕ деятельность по организации региональных рабочих совещаний, обследований и составлению руководящих принципов направлена на повышение осведомленности о проблемах загрязнения воздуха и на создание потенциала в НМГС для их решения.

Загрязнение городов представляет собой одну из серьезных угроз, стоящих перед всеми странами в XXI веке. Работая вместе, метеорологи, гидрологи,



CHINA DAILY

*В рамках Всемирной программы метеорологических исследований был инициирован проект по Пекинской Олимпиаде 2008 г. в поддержку XXIX Олимпийских игр и XIII Паралимпийских игр в Пекине, Китай.*

специалисты по химии атмосферы и окружающей среде способствуют лучшему пониманию того, каким образом образуется городское загрязнение, и повышают наши возможности в области адекватного реагирования. Во многих случаях эта работа дополняется изучением загрязнения воздуха и в других местах, а не только в городских населенных пунктах. Большая часть метеорологических технологий, применяемых в области загрязнения городов, применимы к любым событиям, связанным с загрязнением воздуха. Кроме того, городское загрязнение очень часто распространяется и на сельские зоны и наоборот, создавая необходимость проведения эффективного регионального моделирования и налаживания сотрудничества по различным дисциплинам исследований. ВМО взяла на себя обязательство оказывать содействие усилиям стран-членов в целях глобального улучшения качества воздуха.

### Перемещение по всем направлениям

Каждую зиму и весну Арктика становится центром вихорота массы загрязнителей. Плотный красновато-коричневый туман царит над этим регионом и значительной территорией северной части Евразии, насыщая среду обитания северных широт смесью токсичных веществ. Мощные ветры переносят загрязнители из Европы и Азии на север в виде стабильной массы воздуха, в которой загрязнители останутся на всю зиму, медленно проходя над территорией Арктики.

Образующийся в результате этого арктический туман характеризуется не только неприятным явлением. Он снижает видимость, вызывает отложение опасных загрязнителей в океанах и на земле и способствует потеплению в регионе. Это яркий пример того, каким образом перенос в атмосфере на дальние расстояния может стать причиной глобального загрязнения воздуха вследствие промышленных и городских выбросов. В сухом, холодном арктическом воздухе редко происходят снегопады, и он позволяет загрязнителям сохраняться в этом регионе в течение всей зимы. В низких широтах дождь будет часто вымывать загрязнители из атмосферы. В течение арктической зимы, с другой стороны, загрязнители сохраняются до выпадения дождя в конце весны.

Такие виды явлений не ограничиваются только Арктикой. Многие метеорологические факторы могут способствовать переносу загрязнителей на большие



NOAA

Арктическая дымка над хребтом Брукса, Аляска, США.

расстояния по всему земному шару. Одной из крупнейших экологических проблем 1970-х и 1980-х гг. было отложение кислотных соединений в наших системах питьевой воды. Кислотный дождь превратился в острейшую проблему при изучении переноса загрязнителей на большие расстояния. Антропогенные выбросы оксидов серы и азота при сжигании минеральных топлив образуют химические прекурсоры, способствующие подкислению дождя. После этого дождевые осадки несут с собой сильно подкисленную воду по всем направлениям. Осаждаясь в озерах, такие дожди убивают популяции рыб; на земле они могут наносить ущерб полевым культурам и деревьям и приводить к эрозии материалов зданий и инфраструктуры.

С помощью ВМО и других международных организаций Конвенция о трансграничном переносе загрязнителей воздуха на большие расстояния 1979 г. резко повысила осведомленность общественности о кислотных дождях и связанных с ними явлениях. Осуществление Конвенции, Сторонами которой является 51 государство, также привело к заметному снижению выбросов двуокиси серы и способствовало налаживанию партнерских связей и заключению ряда протоколов в целях ограничения переноса загрязнителей воздуха на большие расстояния. Предметом протоколов являются не только кислотные дожди, но также и приземной озон, стойкие органические загрязнители, тяжелые металлы (такие, как ртуть) и взвешенные частицы.

Только в Европе выбросы двуокиси серы уменьшились с 1980 г. более чем на 70 %, а выбросы закиси азота более чем на 35 %. В США выбросы окислов азота уменьшились с 1970 г. более чем на 25 %, а летучих органических соединений — более чем на 50 %, даже при том, что отмечался рост населения, потребления энергоносителей



## Слежение за распространением крупных пожаров

В 1997 г. пожары распространялись на крупных площадях Юго-Восточной Азии. Усиливаемые засухой, они охватывали площади размером более 45 000 км<sup>2</sup>, и результатом их стало более 20 млн случаев заболеваний, связанных с сильным задымлением. Лишь в одной Малайзии число больных, посещавших амбулатории с признаками респираторных заболеваний, увеличилось в два-три раза. В том же году пожары в Алта Фореста в Бразилии привели к двадцатикратному увеличению числа посещений лечебных учреждений в связи с респираторными заболеваниями. Летом 2003 г. пожар «Хейман» в штате Колорадо, США, привел к всплеску респираторных заболеваний, которые продолжались и осенью.

Эти примеры представляют собой лишь краткую выдержку из всех серьезных рисков для здоровья человека, создаваемых пожарами. Находясь под воздействием ветра, влажности, осадков и температуры, пожары сами по себе могут практически рассматриваться метеорологическими событиями. Вместе с тем, они вызываются рядом факторов, которые ставят их отдельно от чисто метеорологических явлений: люди части сжигают растительность для очистки земель при проведении сельскохозяйственных работ и при внесении других изменений в характер землепользования, а также сжигают древесину как топливо для жилищ. В некоторых случаях причины пожаров являются более климатическими по своему характеру, как, например, пожары, которые усиливаются в результате засухи. Вызываемые в

совокупности сжигания биомассы, пожары, возникающие из любых этих источников, могут произойти где угодно. Ученые оценивают, что человек несет ответственность за 90 % сжигания биомассы, а остальные 10 % могут быть отнесены к пожарам естественного характера. В случае возникновения пожаров метеорологи дают директивным органам и общественности метеорологические данные о направлении их вероятного распространения.

После пожаров в Юго-Восточной Азии в 1997 г. усилия стран-членов Ассоциации Юго-Восточной Азии привели к созданию Регионального специализированного метеорологического центра в Сингапуре с задачами составления прогнозов пожаров и связанных с ним событий, которое поддерживалось ВМО. Этот центр предоставляет общественным организациям спутниковые изображения и информацию о точном месте и масштабах крупных пожаров и о направлении дымового облака и определяет характер загрязнителей, выбрасываемых в атмосферу. ВМО в сотрудничестве с ВОЗ и Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде разработала руководящие принципы для директивных органов относительно мер, которые необходимо принимать при реагировании на пожары. НМГС и их партнеры во всех странах мира подобным же образом используют спутниковые изображения и другие данные, которые необходимы для принятия мер при чрезвычайных ситуациях, создаваемых пожарами.

и использования транспортных средств. Страны Центральной Азии являются относительно новыми для Конвенции — лишь недавно к ней присоединились Казахстан и Кыргызстан, а другие страны проявляют к ней интерес. Страны Центральной Азии сталкиваются сейчас с проблемами кислотных дождей в масштабах, сопоставимых с масштабами этой проблемы в Северной Америке и Скандинавии в 1960-х и 1970-х гг. Впереди еще много работы в области снижения выбросов этих загрязнителей, в особенности на фоне нынешнего роста народонаселения во всем мире. Воздействие переноса загрязнителей воздуха на большие расстояния все еще ощущается в наших озерах, морях и океанах, как, например, в Черном Море в Восточной Европе, где биоразнообразие и общее состояние которых подвергалось негативному воздействию загрязнителей воздуха с 1960-х гг.

Расширение возможностей моделирования, дополненное сотрудничеством метеорологов, специалистов по химии атмосферы и физиков, улучшает наше понимание того множества процессов, которые управляют переносом загрязнителей на большие расстояния. Поскольку проблема переноса загрязнителей на большие расстояния связана не только со многими дисциплинами, но является также и трансграничной, она требует международного сотрудничества на самых высоких уровнях. Загрязнение, производимое одной страной, будет часто приводить к осаждению загрязнителей в другой стране. Весьма важно, чтоб такие страны располагали действующими соглашениями и стандартами передачи информации своему населению, в том числе индексов и рекомендаций в связи с качеством воздуха. ВМО оказывает содействие такому сотрудничеству между национальными метеорологическими и



*Пожар в засушливой части острова на реке Колумбия, штат Вашингтон, США: бурый дым и пыль вступают во взаимодействие с белыми каплями воды в находящемся сверху облаке.*

гидрологическими службами стран-членов, действуя в рамках глобальных протоколов и партнерских отношений.

#### **Реагирование в случае чрезвычайных экологических ситуаций**

Сценарий: товарный поезд, перевозящий 80 000 литров аммиака, сходит с рельсов. Холодный сжиженный газ моментально разливается и испаряется. Образуется

гигантское облако тяжелого газа. Оно нависает над землей и медленно сползает вниз к городу. Прямой контакт с аммиаком может вызвать холодные ожоги и серьезные раны на коже, а также раздражение слизистой оболочки рта, горла, легких и глаз. Ответственные органы немедленно обращаются к метеорологическим службам, научные сотрудники которых располагают необходимым опытом по содействию предотвращению расширения бедствия.

С самого начала аварии метеорологические условия постоянно влияют на каждый аспект поведения опасного облака: от скорости его формирования до того направления, в котором оно движется. Скорость и направление ветра, турбулентность, влажность, наличие облачности, осадки и другие атмосферные показатели — все они оказывают воздействие на распространение, разброс и снижение концентрации загрязняющего вещества. Опыт метеорологов, связанный с пониманием движения и химии воздуха, дает им необходимое понимание действия атмосферных условий. Результаты численного моделирования атмосферы наряду с профессионализмом экспертов по здравоохранению и служб по реагированию в чрезвычайных ситуациях оказывают содействие властям в разрешении создавшейся ситуации и защите людей.

Вышеописанный сценарий может иметь место в любой части мира. Каждый год НМГС участвуют в принятии мер по реагированию на подобные чрезвычайные экологические ситуации. Когда бы ни происходило неожиданное попадание загрязняющих веществ в атмосферу, будь то разлив химического вещества, взрыв на промышленном предприятии или авария на атомной электростанции, метеорологи могут контролировать и предсказывать движение токсинов, их рассеивание и концентрации. Те же принципы, которыми ежедневно руководствуются при создании моделей для предсказания погоды и качества воздуха, применяются и к таким событиям.

Программа деятельности по реагированию на чрезвычайные ситуации ВМО оказывает содействие национальным метеорологическим и гидрологическим службам в использовании численных моделей для отслеживания и предсказания дисперсии загрязняющих веществ, переносимых в атмосфере, в случае возникновения чрезвычайной экологической ситуации. Эта программа сотрудничества была создана в результате трагического события: аварии на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 г., последствиями которой стала волна раковых заболеваний жителей этого региона.

Поэтому первоначальным направлением программы по реагированию на чрезвычайные ситуации стало смягчение последствий ядерных аварий. Однако эта программа также предусматривает предоставление услуг по реагированию на чрезвычайные ситуации в связи с дымовым загрязнением и пожарами, извержениями вулканов и выбросами химических веществ в результате промышленных аварий.

В отношении аварий на атомных электростанциях ВМО в сотрудничестве с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) поддерживает восемь центров численного моделирования, именуемых Региональными специализированными метеорологическими центрами (РСМЦ), которые проводят моделирование состояния атмосферы для предсказания перемещения радиоактивных веществ на большие расстояния. РСМЦ в Австралии, Канаде, Китае, Франции, Российской Федерации, Соединенном Королевстве, США и Японии обеспечивают глобальный и непрерывный мониторинг. В пределах трех часов они могут обеспечить предоставление информации в реальном времени для МАГАТЭ и ВМО, касающейся реагирования на чрезвычайную ситуацию.

Для неядерных чрезвычайных ситуаций, таких, например, как сценарий разлива аммиака, диапазон деятельности служб чрезвычайного реагирования зависит от наличия численного предсказания погоды и оперативной поддержки. ВМО работает в направлении расширения сферы этой поддержки, поощрения сотрудничества между НМГС, их партнерами и региональными оперативными службами. Метеорологические данные, информация и прогнозы не только содействуют работе служб чрезвычайного реагирования, но также и могут снижать риск инцидентов в результате принятия превентивных мер, например, определение наилучшего места для строительства атомной электростанции. Одним из элементов информации, предоставляемой НМГС после возникновения чрезвычайной ситуации, являются траектории движения веществ в воздухе. Подобно картам траекторий ураганов, они составляют карты как того места, из которого движутся эти вещества, так и их направления, показывая вероятный путь их движения. Координация между ВМО, ее сетью НМГС и другими международными организациями обеспечивает наивысший уровень защиты населения мира как во время, так и по завершении чрезвычайной экологической ситуации.



ВЫСОТНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАНЦИЯ  
ЮНГФРАУЙОХ. Публикуется с разрешения «ЮНГФРАУБАН»,  
Интерлакен

# ВОЗДУХ, КОТОРЫМ МЫ ДЫШИМ: ИЗМЕНЕНИЕ ПОГОДЫ И КЛИМАТА ПЛАНЕТЫ

С конца 1960-х до начала 1980-х гг. засухи в Сахелианском регионе Африки привели к массовому голоду, который убил один миллион человек и затронул еще на многие миллионы людей. Объем дождевых осадков снизился до уровней на 20–49 % ниже, чем в первой половине XX века. В тысячах километрах на восток уровень дождевых осадков резко повышался на гигантских площадях Австралии. Некоторые исследователи полагают, что эти два явления взаимосвязаны в результате загрязнение воздуха.

Полузасушливый Сахелианский регион, который граничит с Сахарой на севере, с более плодородными регионами Африки на юге, с Атлантическим океаном на западе и с Красным морем на востоке, исторически подвержен засухе по ряду причин, включая землепользование и естественную изменчивость климата. Вместе с тем, некоторые ученые высказывают мнение о том, что сульфаты и другие небольшие частицы также играют определенную роль. Выбрасываемые в больших количествах над Азией в результате загрязнения воздуха городов и пожаров, загрязняющие вещества изменяют состав облаков, делают их жизнь более продолжительной, а их окраску более светлой. Таким образом, облака отражают больше солнечного света и охлаждают землю. По мнению некоторых ученых, такое воздействие ослабило тропический дождевой пояс в северном полушарии и способствовало его перемещению на юг, лишая, аким образом, Сахелианский район весьма необходимых ему дождевых осадков и затапливая Австралию и другие регионы в южном полушарии.

Хотя все еще существует неопределенность в отношении реального воздействия загрязнителей воздуха на

засухи в Сахелианском районе и увеличение дождевых осадков в Австралии во второй половине XX века, последние исследования, результаты которых были подтверждены в Четвертом докладе об оценке (2007 г.) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), ясно показали, что загрязнение воздуха является одним из главных факторов, влияющих на глобальные явления погоды и климата. Основными виновниками этих событий являются парниковые газы, озон и аэрозоли — микроскопические частицы, находящиеся в воздухе, также известные как взвешенные частицы.

Большинство аэрозолей присутствуют в воздухе в форме тумана. До их вымывания дождями они могут оказать воздействие на погоду. В верхних частях атмосферы аэрозоли могут присутствовать в течение длительных периодов времени, изменяя также климат в долгосрочном плане. Наиболее прямым последствием аэрозолей для изменения погоды и климата является то, что они способствуют изменению потока солнечного света, достигающего поверхность земли. Аэрозоли также изменяют свойства облаков и осадков.

В настоящее время проводятся исследования множества путей возможного негативного воздействия на облака и осадки. Однако вполне понятно, что аэрозоли могут изменить и изменяют структуру облаков, и, как результат, могут изменять цикл осадков в данном районе. В проведенной недавно научной оценке воздействия аэрозольного загрязнения на осадки, достигающие земли, спонсором которой являлась также и ВМО, под названием «Влияние загрязнения аэрозолями на осадки: научный обзор», рассматриваются многие и разнообразные последствия аэрозолей для осадков и подтверждается тот факт, что аэрозоли являются существенными переменными факторами, влияющими на климат, наряду с метеорологическими переменными, такими, как скорость ветра, давление, температура и влажность.

## Влияние дымового загрязнения на изменение климата

Летом 2004 г. рекордная площадь внутренней территории Аляски размером в 25 000 кв. км и 30 000 кв. км западной части Канады подверглись многочисленным пожарам, которые сократили видимость и выбросили огромное количество окиси углерода. Эти пожары



В результате горения биомассы выделяется большое количество твердых частиц и парниковых газов.

## Подготовка к экстремальной жаре

Бактериальные инфекции, дегидратация, головные боли, спазмы, тепловые удары и тепловые отеки могут стать результатом всего лишь одного явления — волны тепла. В Дании это явление уже наблюдается, если температура превышает 28 °С по крайней мере в течение трех последовательных дней. В Южной Африке несколько дополнительных градусов тепла могут привести к созданию весьма опасных условий. Климат, в котором проходит наша жизнь в настоящее время, является одним из наиболее важных факторов, лежащих в основе этих пагубных явлений. Повышение температуры тяжело переносится теми, кто привык к умеренному климату, а тот, кто привык к тропическому климату, при повышении температуры чувствует себя комфортно. Вместе с тем, при глобальном повышении температур многие ученые прогнозируют существенное сокращение районов, где люди могли бы избежать опасно высоких уровней тепла.

Концепция, лежащая в основе тепловых волн, является относительно простой — это период высоких температур, часто сопровождающихся высокой влажностью, который отмечается в каком-либо регионе в течение дней или недель. Вместе с тем, специфические особенности этого явления являются несколько более сложными. Например, место, где проживает человек, характеризуется максимальными температурами, выше которых он считает их жаркими. По определению ВМО, волной тепла считается ежедневная максимальная температура, сохраняющаяся в течение более пяти последовательных дней, которая превышает среднюю максимальную температуру на 5 °С. Такая экстремальная жара может отмечаться где угодно в зависимости от действия ряда метеорологических факторов. Системы высокого давления, направление ветра, облачный покров, влажность и, конечно, солнечный свет и излучение непосредственно оказывают влияние на место и частоту волн тепла. При их появлении может быстро произойти возрастание показателей смертности в результате сердечных и респираторных заболеваний. Наиболее уязвимыми слоями общества являются пожилые люди, дети, люди, страдающие заболеваниями и работающие на открытом воздухе.

В течение последних 50 лет число волн тепла, как отмечалось МГЭИК, возросло. Такая тенденция, как полагают, будет продолжаться и в XXI веке, угрожая жизням миллионов людей. Наибольшим является риск для тех людей, которые живут в климате, менее подверженном экстремальным тепловым явлениям, поскольку жители таких регионов обладают меньшей способностью к адаптации.

Для рассмотрения этой новой угрозы ВМО и ВОЗ объединили свои усилия с целью подготовки руководства по созданию систем раннего предупреждения «жара-здоровье». Цель заключается в том, чтобы объединить усилия передовых ученых в области климата, здравоохранения, реагирования на чрезвычайные ситуации и директивных органов для рассмотрения избыточного тепла как опасности для здоровья. В настоящее время осуществляется планирование нескольких демонстрационных проектов, которые будут содействовать подготовке практических рекомендаций на региональном уровне по внедрению систем раннего предупреждения.

ВМО проводит сейчас изучение существующих систем, которые обеспечивают раннее предупреждение о волнах тепла, например, французская система наблюдения и предупреждения «жара-здоровье». Создание этой системы в 2004 г. стало результатом смертельной волны тепла в 2003 г., которая привела к смерти приблизительно 70 000 человек в Европе. Во Франции в целом наблюдается умеренный климат, и поэтому она была не готова к экстремальной жаре летом 2003 г. Создалась необходимость принятия срочных мер. Французская система наблюдения и предупреждения «жара-здоровье» осуществляет в настоящее время национальный план действий на случай повышения теплового индекса. Национальный институт наблюдения за здоровьем и МетеоФранс проводят совместную работу по получению в реальном времени данных о погоде и здравоохранении для предоставления рекомендаций населению по обеспечению безопасности для здоровья в периоды волн тепла. ВМО планирует распространить подобные совместные усилия на другие части мира.



В будущем, вероятно, может появиться возможность объединить такие системы заблаговременного предупреждения об опасности волн тепла с индексами загрязнения воздуха и рекомендациями. Избыточное тепло способствует дням «плохого озона», например, в окружающей среде городов. Совместное воздействие тепловых волн и загрязнителей воздуха, в особенности озона и взвешенных частиц, повышает уровень смертности. Предупреждение об избыточно высоких температурах вместе с рекомендациями относительно дней с высоким содержанием озона защитит население региона, а также повысит информированность относительно повышения температуры среды как многогранной опасности.

Волны тепла могут также создавать риск для здоровья в форме пожаров. Волна тепла в Болгарии в 2007 г. усилила продолжающуюся засуху и способствовала более широкому распространению пожаров. В течение четырех дней возникли более 1 500 новых пожаров. Эти пожары не только создают непосредственную угрозу для людей и собственности, но и выбросили в воздух потенциально вредные частицы, которые оказали неблагоприятное воздействие как на здоровье человека, так и на климат в регионе.

Волны тепла представляют собой, возможно, одну из наиболее неосознанных, но, тем не менее, пагубных атмосферных опасностей. Понимание причин их возникновения и последствий в контексте качества воздуха, погоды и климата укрепит наши коллективные способности адаптации к условиям повышенных температур. Местным и региональным сообществам, действуя совместно с метеорологическими службами и службами здравоохранения, необходимо подготовиться к неизбежности этих явлений по мере того, как наш климат становится более теплым.

также способствовали увеличению массы приземного озона в значительной части северного полушария. Вместе с тем, вероятно, весьма примечательными являются исследования, в которых говорится о том, что пожары одновременно охлаждали поверхность земли в течение нескольких недель — месяцев. Частицы, содержащиеся в дыме, попадающем в атмосферу, временно сокращают объем солнечного излучения, попадающего на землю. Такой эффект охлаждения, по мнению некоторых ученых, может быть достаточным, чтобы замедлить глобальное потепление в Арктике, если будет происходить сезонное усиление пожаров в северных лесах.

Все более уместными сейчас являются исследования, в которых проводится изучение последствий присутствия дымовых частиц и других аэрозолей для климата и изменения климата. Ученые понимают, что им необходимо учитывать присутствие аэрозолей при моделировании состояния атмосферы, чтобы давать более точно прогнозировать сценарии будущего климата. Хотя аэрозоли обладают в целом охлаждающим эффектом для поверхности земли под ними, точное количество солнечной энергии, которую они блокируют, зависит от размеров частиц, яркости поверхности планеты и интенсивности солнечного излучения, а также от продолжительности присутствия аэрозолей в атмосфере.

Наземные датчики и спутники, которые измеряют степень рассеивания или поглощения солнечного света частицами, могут непосредственно фиксировать первоначальное явление и его развитие. Это повышает возможности ученых для включения аэрозолей в метеорологические и климатические модели. До сих пор их часто не учитывали. Модели, в которых учитываются аэрозоли, дают результаты, которые более точно соответствуют состоянию атмосферы. Такое совершенствование моделей могло бы также повысить точность местных и региональных прогнозов погоды. Чем больше у ученых возможностей познавать суть процессов, происходящих в атмосфере, тем более точными станут их прогнозы.

Многие источники загрязнения, которые образуют аэрозоли, также выбрасывают парниковые газы, обеспечивая еще одну важную связь с исследованиями климата. Сжигание биомассы, к примеру, высвобождает не только большие объемы взвешенных частиц, но также и крупные объемы парникового газа — двуокиси углерода. В некоторых исследованиях говорится, что сжигание биомассы в глобальных масштабах



## Включение климатической информации в нашу жизнь: Всемирная климатическая конференция – 3

**Женева, Швейцария, февраль 1979 г.:** итогом Первой Всемирной климатической конференции стало создание МГЭИК по инициативе ВМО и ЮНЕП, ставшей лауреатом Нобелевской премии мира, и совместное участие ВМО в учреждении Всемирной программы исследований климата, благодаря чему началось осуществление новых глобальных усилий, направленных на изучение изменения климата.

**Женева, Швейцария, ноябрь 1990 г.:** наращивание темпов деятельности в связи с проведением Второй Всемирной климатической конференции, которая привела к созданию Глобальной системы наблюдений за климатом и Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата.

**Женева, Швейцария, сентябрь 2009 г.:** Всемирная климатическая конференция – 3 вселяет надежды на усиление механизмов климатических служб, с тем чтобы они более эффективно прогнозировали будущее изменение климата и информировали директивные органы. Организуемое ВМО в сотрудничестве с другими учреждениями ООН, правительствами и частным сектором, это совещание рассмотрит необходимость включения климатической информации в каждодневный процесс принятия решений.

Ставки велики. Наш климат затрагивает практически на все элементы нашей повседневной жизни. Пища, которую мы потребляем, вода, которую мы пьем, погодные условия, в которых мы живем и работаем, и качество воздуха, которым мы дышим — все это в определенной степени зависит от климата. Экстремальные климатические явления, включая наводнения и засухи, весьма вероятно, будут усиливаться в будущем, делая сообщества людей во всем мире более уязвимыми для бедствий. Для наилучшего планирования нашего будущего административные органы и общественность должны иметь в своем распоряжении самую точную и высококачественную информацию о климате.

Всемирная климатическая конференция – 3, которая состоится с 31 августа по 4 сентября 2009 г., будет исходить из достижений предшествовавших ей совещаний и рассмотрит научный прогресс в составлении сезонных, годовых и мультидекадных климатических прогнозов. Такая информация дает массу возможностей для директивных органов. К числу многих применений относятся: услуги для более эффективного управления водными ресурсами и сельским хозяйством; смягчение последствий стихийных бедствий и меры реагирования; городское планирование и производство энергии. Благодаря обеспечению таких результатов Всемирная климатическая конференция – 3 укрепит региональный и национальный потенциал для того, чтобы подготовиться к изменению и изменчивости климата и адаптации к ним на всех уровнях.



увеличилось в течение последних 100 лет, что делает весьма важным его включение в климатические модели.

Парниковые газы, выбрасываемые при сжигании биомассы, и другие явления, образующие аэрозоли, вызывают повышение температуры. Со времен промышленной революции антропогенная деятельность способствовала усилению такого парникового эффекта. В настоящее время проводятся исследования совокупного эффекта парниковых газов и аэрозолей. Вместе с тем, многие ученые, которые работают над включением в их климатические модели обоих воздействий, приходят к заключению, что все же в целом имеет место глобальное потепление.

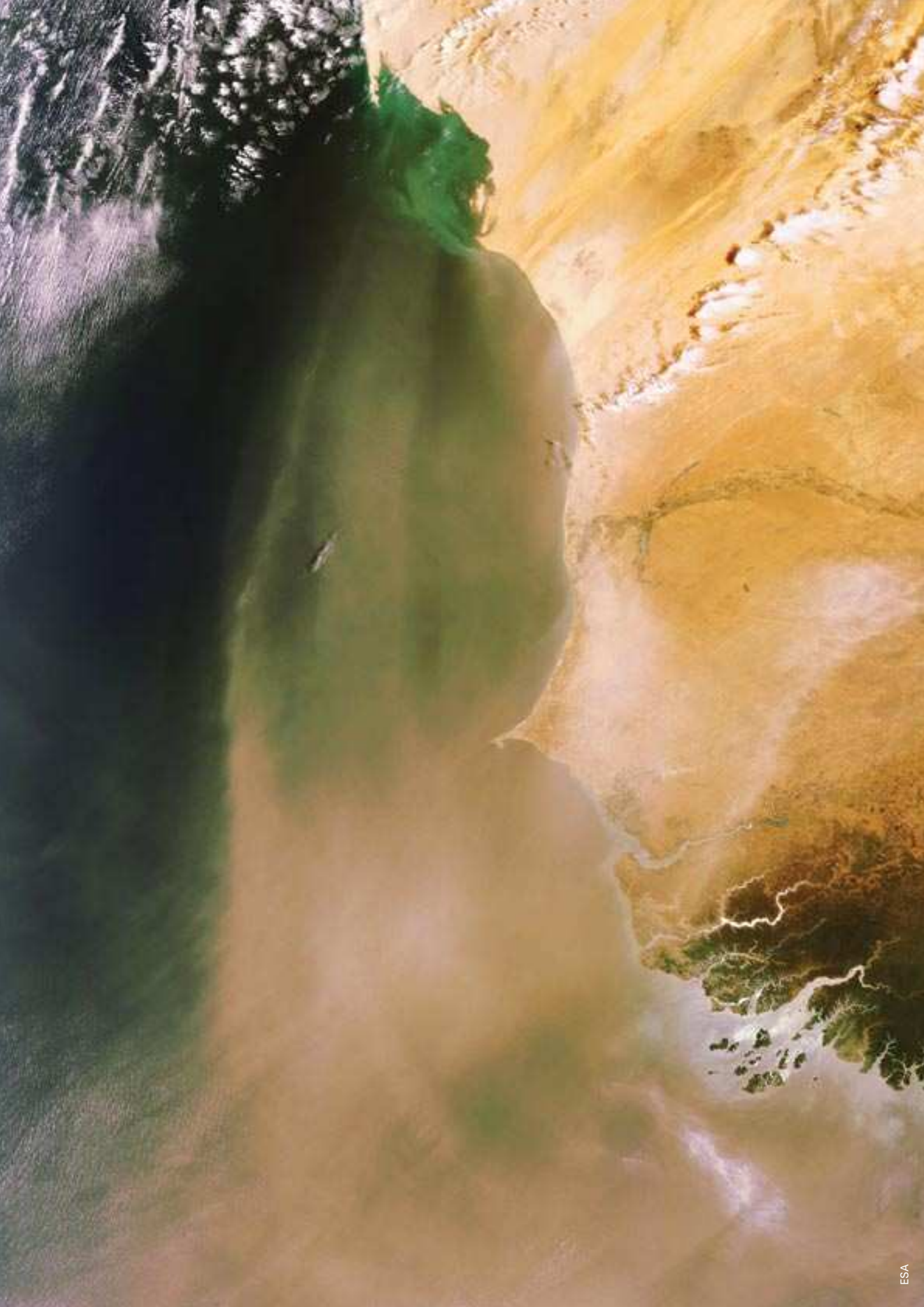
Фактически, несмотря на небольшой эффект охлаждения в результате широкого распространения вулканических аэрозолей, выброшенных вулканом Пинатубо в начале 1950-х гг., МГЭИК, спонсором которой являются ВМО/ЮНЕП, приходит к заключению, что средние глобальные температуры приземного воздуха увеличились приблизительно на 0,74 °C с 1905 по 2005 гг. «Вполне вероятно, что наблюдаемое с середины XX века повышение глобальных средних температур», согласно МГЭИК, «большей частью вызвано наблюдаемым повышением концентраций антропогенных парниковых газов». В нынешних условиях МГЭИК прогнозирует, что глобальные приземные температуры увеличатся на 1,1–6,4 °C до конца века.

Потепление климата может усилить загрязнение воздуха различными путями. В глобальном масштабе изменение климата, вероятно, усилит процесс

опустынивания во всем мире, повышая, таким образом, риск песчаных и пыльных бурь. Подобным же образом увеличится риск засухи, который может привести к большему числу пожаров и, в свою очередь, к большему выбросу аэрозолей. Модели изменения климата показывают, что при повышении глобальных температур как частота, так и интенсивность пожаров будут продолжать расти. На локальном уровне более высокие температуры могут усилить нагрев в городах, удерживая больший объем загрязнителей в воздухе городов. В более общем плане изменение климата может усилить загрязнение, которое связано с повышением температуры.

В результате огромного воздействия парниковых газов на глобальную климатическую систему эти газы часто создают повышенный риск для здоровья. Например, МГЭИК дает прогноз увеличения частоты и интенсивности наводнений, засух и других опасных природных явлений в результате потепления климата. Наши возможности по уменьшению этих рисков и адаптации к ним на уровне общества зависят от способности ученых-климатологов понимать роль парниковых газов и их выбросов в атмосферу.

Только лишь путем полного учета различных выбросов в атмосферу — как естественного, так и антропогенного характера, включая аэрозоли и парниковые газы, — ученые могут точно прогнозировать будущее состояние нашего климата. Ежедневно ученые-климатологи, работающие совместно с нашими НМГС, совершенствуют климатические модели и прогнозы, оказывая, таким образом, содействие планированию нашего будущего.



# МНОГОДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ПЕСЧАНЫЕ И ПЫЛЬНЫЕ БУРИ

**Время от времени мощные шквальные ветры пронесутся над пустыней Гоби, поднимая при этом песок и пыль и перенося высоко в атмосферу различные частицы, иногда на высоту более одного километра. Часто ветры могут переносить частицы по всем направлениям, и тогда местные бури превращаются в глобальные явления. Одна из таких песчаных бурь в 2006 г. накрыла одну восьмую часть Китая, принесла в Пекин лишь за один вечер почти 330 000 тонн песка. Образовавшаяся дымка ограничила видимость в пяти городах Китая до менее 100 метров.**

Занимая площадь более одного миллиона квадратных километров в северной части Китая и Монголии, пустыня Гоби является лишь одним из крупных источников воздушной взвеси песка и пыли в Азии и во всем мире. В пустыне Сахара и других засушливых регионах Африки, Азии и Северной Америки также происходят песчаные и пыльные бури. Появление туч песка и пыли в воздухе создает риск для здоровья населения и экосистем. Взвешенные частицы нарушают работу дыхательной системы, снижают видимость и наносят ущерб урожаям. Они также оказывают сильное воздействие на систему погода-климат, изменяя количество солнечного света, падающего на землю. Такой диапазон последствий делает песчаные и пыльные бури важным объектом

многодисциплинарных исследований в области метеорологии, химии атмосферы и экологии.

Система предупреждений ВМО о песчаных и пыльных бурях и их оценки (СДС-ВАС) содействует проведению исследований песчаных и пыльных бурь в ряде областей, в частности в сфере предсказания этих явлений. В настоящее время 14 оперативных или исследовательских центров прогнозирования пыльных бурь ежедневно дают прогнозы перемещения песка и пыли. Такое прогнозирование является возможным, поскольку пыльные и песчаные бури по своей сути являются метеорологическими явлениями, а их основным движителем является ветер. Другие погодные факторы, такие, как осадки, также играют определенную роль. Например, если перед началом сильного ветра в пустыне выпадал дождь, то вероятность выдувания частиц песка с поверхности земли является меньшей. С другой стороны, засуха может способствовать условиям для появления песчаных и пыльных бурь.

Такие метеорологические и климатические факторы дают возможность составления прогнозов того, когда и где появятся шлейфы песка и пыли, а также обеспечивают для правительств, деловых кругов и сообществ ранние предупреждения. СДС-ВАС способствуют



SHUGGIE FISHER

*Пустыня Гоби является одним из основных источников переносимых по воздуху песка и пыли не только в Азии, но и за ее пределами.*



## Песок и пыль: носители питательных веществ для океанов?

Пыль и песок зачастую несут с собой базовые ингредиенты для обеспечения жизни мировых океанов, а именно: железо, азот и фосфор. При наличии этих питательных веществ водоросли бурно цветут, обеспечивая обширную океанскую цепочку питания. Спутниковые изображения показали, что песчаные и пыльные бури могут переносить частицы на тысячи километров от их источника. Сейчас некоторые ученые полагают,

что бурное цветение океанских водорослей может быть связано с песчаными и пыльными бурями. Исследования показывают, что песчаные бури за пределами Западной Африки стимулировали гигантское цветение планктона в тропической части Восточной Атлантики. Воздействие этого цветения на обмен двуокиси углерода между атмосферой и океанами также является активной областью исследований.

обеспечению доступа всего населения, затрагиваемого пыльными и песчаными бурями, к продукции прогнозирования. Чем более эффективно НМГС проводят прогнозирование песчаных и пыльных бурь и дают соответствующие предупреждения, тем лучше общество может быть защищено от вредных последствий переносимых ими частиц. Некоторые исследования показали, что острые респираторные инфекции у детей, возникновению которых способствуют песчаные и пыльные бури, являются одной из основных причин смертности в развивающихся странах.



FINBARR O'REILLY

Дети бегут домой из-за приближающейся пыльной бури в восточной части Чада.

Организовано несколько направлений исследований песчаных и пыльных бурь. К примеру, ученые изучают вопрос, могут ли они способствовать появлению ураганов и циклонов. В недавних исследованиях отмечается, что в те годы, когда в атмосфере регистрировалось повышенное содержание песка за пределами побережья Африки, активность ураганов в западной части Атлантики была меньшей. В настоящее время идет разработка моделей прогнозирования погоды, которые включают воздействие песка и пыли на динамику атмосферы и океанов в тропиках. Эти модели обеспечивают большее понимание развития тропических штормов и облегчат планирование подготовки к появлению ураганов и циклонов и принятие мер по реагированию на них.

Еще одной областью исследований является связь между песчаными и пыльными бурями и такими болезнями, передающимися воздушно-капельным путем, как, например, менингит. Некоторые ученые-медики предполагают, что взвешенные частицы вызывают инфицирование верхних дыхательных путей, что делает людей более подверженными действию бактерий, которые вызывают менингит, однако на этом направлении необходимо проведение дальнейших исследований.

Расширение диапазона данных наблюдений за песчаными и пыльными бурями поможет проведению исследований во всех этих областях. В дополнение к имеющемуся арсеналу данных по песку и пыли в последнее время появились наземные и спутниковые системы ЛИДАР (обнаружение и локализация прохождения

света), которые проводят измерение вертикального профиля аэрозолей для получения данных о том, каким образом они отражают или поглощают свет. К другим средствам наблюдений относятся наземные приборы слежения за солнцем, солнечные фотометры, а также спутниковые приборы. Программа Глобальной

службы атмосферы ВМО играет ведущую роль в координации всемирных наблюдений за песчаными и пыльными бурями. СДС-ВАС будет продолжать использовать эти и другие сети наблюдений для углубления понимания их природы, эволюции и воздействий.



# НАДЕЖНЫЕ ИНВЕСТИЦИИ

Погода, климат и воздух, которым мы дышим, тесно связаны друг с другом. Чем больше ученые постигают причины изменения нашей атмосферы, тем больше они узнают о многообразных и сложных обратных связях, которые управляют составом нашего воздуха: погодные условия могут не только являться причиной загрязнения воздуха и влиять на него, поскольку и загрязнители воздуха могут также изменять нашу ежедневную погоду и климат в долгосрочном плане. Наблюдая эти явления, оценивая их воздействие и составляя прогнозы и рекомендации для использования

директивными органами и общественностью, НМГС и их национальные партнеры предоставляют бесценную продукцию, необходимую для усиления защиты здоровья человека и окружающей среды.

Число служб, контролирующих качество воздуха на земном шаре, неуклонно растет из года в год в результате совместных усилий ВМО, ее стран-членов и их партнеров. Постоянные инвестиции в исследования, наблюдения и прогнозирование качества воздуха в глобальных масштабах необходимы



## Позиция ВМО

С верхнего этажа штаб-квартиры ВМО в Женеве, Швейцария, поразительно наблюдать взаимодействие географических факторов, погодных условий и загрязнения воздуха. Рядом со зданием ВМО простирается Женевское озеро, а с другой стороны видны Альпы и горный хребет Юра. В ветреный зимний день, когда на озере бушует «биз» — сильный холодный северо-восточный ветер, который проносится через горы к долине Женевского озера, легко видеть, что в течение многих дней небо может оставаться прозрачным и чистым. Эти ветры ослабляют и уносят многие виды загрязнителей прочь от города. В другие дни над озером нависает тонкая дымка, что напоминает о пыльных и песчаных бурях в Сахаре, а также о загрязнении из промышленных районов Европы, которое прошло путь в тысячи километров.

Каждый город, каждый регион могут рассказать о своей собственной истории изменения качества воздуха — о сложном взаимодействии погодных условий, климата и загрязнения воздуха. ВМО и ее страны-члены стремятся сообщить об этом всему миру и укрепить глобально координируемые, совместные усилия по улучшению качества воздуха, которым мы дышим.

ВМО является авторитетным источником информации системы ООН по вопросам состояния и поведения атмосферы Земли, ее взаимодействия с океанами, образуемого ею климата и конечного распределения водных ресурсов. В ВМО входят 188 государств и территорий-членов. Она берет свое начало от Международной метеорологической организации, которая была основана в 1873 г. Созданная в 1950 г., ВМО в 1951 г. стала специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области метеорологии (погода и климат), оперативной гидрологии и смежных геофизических наук.

Подобно погоде, климату и водному циклу загрязнение воздуха не знает государственных границ. Международное сотрудничество в глобальном масштабе является чрезвычайно важным для совершенствования предсказаний погоды, климата, состояния водных ресурсов и окружающей среды и для их применения. ВМО обеспечивает основу и поддержку для такого международного сотрудничества.

для достижения высших стандартов работы служб, обеспечивающих качество воздуха, и для составления более совершенных погодных и климатических прогнозов. НМГС некоторых стран — членов ВМО все еще не имеют платформ комплексного наблюдения для изучения аэрозолей, озона и парниковых газов; в других недостаточен потенциал формирования моделей и моделирования для составления индексов качества воздуха на ежедневной, еженедельной и ежемесячной основе; другим, возможно, необходима помощь в обеспечении увязки метеорологических данных с данными качества воздуха. Все они получают, однако, выгоду, от неуклонного развития науки и техники, которое обеспечивается исследованиями, ведущими к наиболее эффективным прогнозам, и обменом данными. Не располагая данными о качестве воздуха, директивные органы могут оставаться безоружными перед лицом необходимых решений в отношении того, каким образом сократить загрязнение воздуха в своих регионах и каким образом в целом содействовать смягчению последствий изменения климата и адаптации к нему.

Помимо усилий по расширению потенциала прогнозирования и наблюдений существует необходимость проведения широких просветительских кампаний для лучшего понимания проблемы качества воздуха как важной местной, национальной, региональной и международной проблемы, которая оказывает воздействие на здоровье человека, экосистемы, погоду и климат. Метеорологи представляют собой единственное сообщество, обеспечивающее важный вклад в разрешение этой проблемы. К своей работе они должны привлекать, среди прочего, специалистов по проблемам атмосферы, экспертов здравоохранения, экологов и медицинских работников. В этой связи общественности необходимо полагаться на мнения всех этих источников информации по различным вопросам качества воздуха. ВМО будет и впредь поддерживать сотрудничество между этими группами на всех уровнях. Все проводимые мероприятия — подготовка кадров, рабочие совещания, конференции, составление стандартов и руководящих указаний, а также усилия в области развития технологий — содействуют достижению цели международного обмена данными и сотрудничества.



За дополнительной информацией просьба обращаться по адресу:

**World Meteorological Organization**

**Communications and Public Affairs Office**

Тел.: +41 (0) 22 730 83 14 – Факс: +41 (0) 22 730 80 27

Э-почта: [cpa@wmo.int](mailto:cpa@wmo.int)

7 *bis*, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Geneva 2 – Switzerland

[www.wmo.int](http://www.wmo.int)