



ВСЕМИРНАЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ

БЮЛЛЕТЕНЬ

Том 65 (2) – 2016 г.

ПОГОДА КЛИМАТ ВОДА



(Не)стихийные бедствия: сообщение информации о связи между экстремальными явлениями и изменением климата



**Создание
комплексной структуры
метеорологического
обслуживания для наземного
транспорта, с. 10**



**Связанное с погодой
и климатом обслуживание
фермеров в Индии, с. 40**

БЮЛЛЕТЕНЬ ВМО

Журнал Всемирной метеорологической организации

Том 65 (2) – 2016 г.

Генеральный секретарь П. Таалас
Заместитель
Генерального секретаря Е. Манаенкова
Помощник
Генерального секретаря В. Чжан

Бюллетень ВМО издается два раза в год на английском, испанском, русском и французском языках.

Редактор Е. Манаенкова
Помощник редактора С. Кастонгва

Редакционная коллегия
Е. Манаенкова (председатель)
С. Кастонгва (секретарь)
Р. Мастерс (политика, международные связи)
М. Пауэр (развитие, региональная деятельность)
Й. Кульман (вода)
Д. Тербланш (метеорологические исследования)
Й. Адебайо (образование и подготовка кадров)
Р. Ши (системы наблюдений и информационные системы)

Стоимость подписки

	Обычная почта	Авиапочта
1 год	30 шв. фр.	43 шв. фр.
2 года	55 шв. фр.	75 шв. фр.

E-mail: pubsales@wmo.int

© Всемирная метеорологическая организация, 2016

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 (статей) следует направлять по адресу:

Chairperson, Publications Board
World Meteorological Organization (WMO)
7 bis, avenue de la Paix Тел.: +41 (0) 22 730 8403
P.O.Box No. 2300 Факс: +41 (0) 22 730 8117
CH-1211 Geneva 2, Э-почта: publications@wmo.int
Switzerland

Обозначения, употребляемые в публикациях ВМО, а также изложение материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны 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.

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.

Мнения, выводы, объяснения и заключения, представленные в статьях и рекламных объявлениях *Бюллетеня* ВМО, принадлежат авторам и рекламодателям и не обязательно отражают точку зрения ВМО или ее Членов.

Содержание

(Не)стихийные бедствия: сообщение информации о связи между экстремальными явлениями и изменением климата

Сюзан Джой Хессол, Симон Торок,
Софии Льюис и Патрик Луганда 2

Создание комплексной структуры метеорологического обслуживания для наземного транспорта

Целевая экспертная группа ВМО
и Секретариат ВМО 10

Метеорологическая отрасль: глобальное государственно-частное партнерство

Алан Торп 16

Результаты КС-21 и МГЭИК

Джонатан Линн и Уэрани Забула 22

20 лет влияния – работа в партнерстве по проблемам водных ресурсов

Стивен Доуни и Фредерик Пишке 24

Фотоочерк: женщины в метеорологии

Секретариат ВМО. 28

Виртуальная лаборатория ВМО для образования и подготовки кадров в области метеорологических спутников

Джеймс Ф. Пардом, Фолькер Гартнер,
Мая Куна-Парриш и Секретариат ВМО . . . 32

Проект HimawariCast: возможность использования потенциала новых спутниковых данных в Азиатско-Тихоокеанском регионе

Секретариат ВМО. 36

Связанное с погодой и климатом обслуживание фермеров в Индии

Л.С. Раторе и Набансу Чаттопадия 40

Влияние изменения климата на авиацию: интервью с Гербертом Пюмпелем

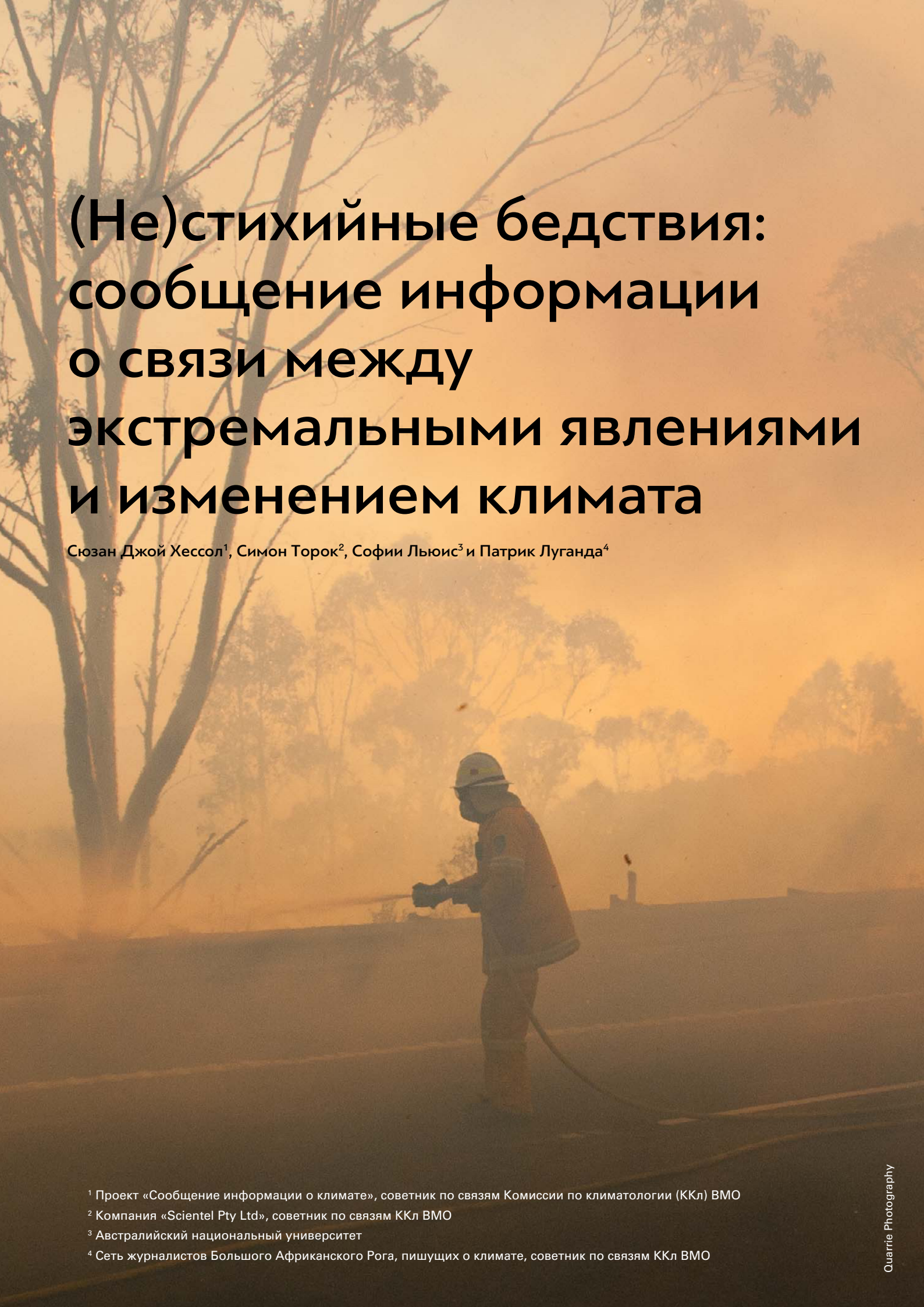
Секретариат ВМО. 44

Наблюдения за водяным паром

Эд Длугокенки, Сандер Хаувелинг,
Руд Дирксен, Марк Шредер, Дейл Херст,
Пиерс Форстер и Секретариат ВМО. 48

Вклад Проекта по сравнению совмещенных моделей в науку о климате

Дэвид Карлсон и Вероника Эйринг 53



(Не)стихийные бедствия: сообщение информации о связи между экстремальными явлениями и изменением климата

Сюзан Джой Хессол¹, Симон Торок², Софии Льюис³ и Патрик Луганда⁴

¹ Проект «Сообщение информации о климате», советник по связям Комиссии по климатологии (ККл) ВМО

² Компания «Scientel Pty Ltd», советник по связям ККл ВМО

³ Австралийский национальный университет

⁴ Сеть журналистов Большого Африканского Рога, пишущих о климате, советник по связям ККл ВМО

Научные знания в области установления причин экстремальных явлений погоды и климата совершенствуются в последние годы, обеспечив возможность для анализа роли антропогенных причин тогда, когда явление еще обсуждается в средствах массовой информации. Однако по-прежнему, широкое распространение имеет неопределенность относительно связей между изменением климата, вызванного деятельностью человека, и экстремальной погодой не только среди общественности, но и среди некоторых метеорологов и других представителей научного сообщества. Эта проблема связана с сообщением информации, а также с развитием науки. Многие люди получили ошибочный сигнал о том, что отдельные явления экстремальной погоды не могут быть связаны с изменением климата, вызванным деятельностью человека, в то время как другие считают причиной некоторых явлений погоды изменение климата там, где явные доказательства связей отсутствуют. Для того, чтобы рекомендовать варианты планирования адаптации и смягчения последствий, необходимо более четко сообщать то, что самая современная наука говорит об установлении причин, а также включать соответствующую информацию о связях при сообщении об экстремальных явлениях погоды и климата в средствах массовой информации. В настоящей статье рассматриваются эти вопросы и достижения науки в области установления причин явлений, а также выдвигаются предложения по совершенствованию сообщения информации.

Похоже, что погода становится все более необузданной и аномальной. Люди это замечают. Как это связано с изменением климата, вызванного деятельностью человека? И как мы можем наилучшим образом сообщить то, что самая современная наука говорит нам об антропогенных и естественных изменениях погоды и климата?

Когда в январе 2014 г. сильные дожди привели к разрушительным наводнениям в Соединенном Королевстве (СК), премьер-министр Дэвид Кэмерон заявил, что он «сильно подозревает», что наводнения связаны с изменением климата. Научный анализ позволил сделать вывод о том, что изменение климата увеличило шансы на выпадение дождя, который становится причиной наводнения приблизительно на 43 % (Shaller et al., 2016). Дело в том, что более теплый воздух содержит больше влаги, что обычно приводит к более сильному дождю. Потенциальные возможности для ущерба от таких экстремальных явлений также увеличиваются, так как более высокий уровень воды в реках подвергает угрозе наводнения больше объектов собственности; страховой ущерб, понесенный в результате наводнений 2014 г. в СК составил 646 млн долларов США (451 млн фунтов стерлингов), став одним из самых высоких за всю историю (Shaller et al., 2016).

В Австралии лето 2013 г. стало самым жарким за всю историю наблюдений. Высокая температура в течение длительного периода привела к разрушительным лесным пожарам на юго-востоке страны и сильным наводнениям на северо-востоке. Условия были настолько суровыми, что это лето назвали «злым летом» (Steffen, 2013). Научный анализ показал, что вероятность рекордной жары, наблюдавшейся этим летом, была, по меньшей мере, в пять раз более высокой, т. е. вероятность наступления жары увеличилась на 500 % из-за потепления, вызванного деятельностью человека. Это заключение, основанное на данных наблюдений за температурой и данных климатических моделей, было сделано с достоверностью 90 % (Lewis and Karoly, 2013).

Наводнение в СК в 2014 г. и волна тепла в Австралии в 2013 г. – это всего лишь два недавних экстремальных явления, вероятность которых, по определению

ученых, оказалась значительно более высокой в связи с изменением климата, вызванного деятельностью человека. Такие волны тепла и сильные дожди относятся к категориям экстремальных явлений, которые имеют тенденцию к увеличению частоты и экстремальности при более высокой температуре в мире.



Сержант Митч Мур/МО

Один из городов в графстве Оксфордшир подвергся воздействию наводнения в период наводнений, повсеместно наблюдавшихся в начале 2014 г.

Но не все экстремальные явления имеют тенденцию к росту. Например, число очень холодных дней и ночей в целом сокращается, как и следовало ожидать при повышении температуры в мире. Вместе с тем Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) в своем докладе об экстремальных явлениях, выпущенном в 2012 г., отметила: «Изменение климата ведет к изменениям в частоте, интенсивности, пространственных масштабах, продолжительности и сроках экстремальных метеорологических и климатических явлений, и его результатом могут быть беспрецедентные экстремальные метеорологические и климатические явления» (Field et al., 2012). Тем не менее результаты научных исследований, показывающие, что конкретные экстремальные метеорологические и климатические явления действительно могут быть обусловлены изменением климата, вызванного деятельностью человека, не нашли широкого отражения в понимании общественностью.

Потери при сообщении

В то время, как ученым уже на протяжении десятилетий известно, что изменения в ряде типов экстремальной погоды являются результатом изменения климата, научные знания в области установления связи между отдельными экстремальными явлениями и глобальным потеплением значительно продвинулись только в последние годы, охватив большее число экстремальных явлений и ускорив темпы научного анализа. К сожалению, сообщение этих научных знаний за пределы научного сообщества, занимающегося экстремальными явлениями, за некоторыми достойными внимания исключениями, не отражает достигнутых успехов в полной мере. Средства массовой информации, политики и некоторые ученые, не занимающиеся этой областью исследований, по-прежнему часто заявляют, что «мы не можем установить связь между отдельным явлением и изменением климата». Возможно, это было правильно в 1990-е годы, но теперь ситуация изменилась.

Частично проблема заключается в том, что в течение длительного периода времени многие ученые сами повторяли этот тезис. Они придерживались пояснения общего характера о том, что многие экстремальные метеорологические явления, наблюдавшиеся в последние годы, согласуются с проекциями изменения климата, хотя наука продвинулась далеко за пределы этого общего пояснения к установлению причин конкретных явлений. Однако бывают такие ситуации, когда ученые могут больше сказать о причинах факторов, обуславливающих экстремальные явления, чем о характерных особенностях самого явления. Эта трудность может создать неопределенность и привести к тому, что возможности для сообщения информации будут упущены. Таким образом, неудивительно, что требуется время, чтобы уровень осведомленности общественности пришел в соответствие с научными знаниями.

Еще одна проблема в области сообщения информации заключается в том, что реагирование климатической системы на потепление включает интенсификацию водного цикла, ведущую к увеличению числа как засух, так и наводнений. Если механизмы, посредством которых это происходит, т. е. то, что более высокие температуры воздуха сушат почву, а более теплая атмосфера содержит больше влаги, что ведет к более обильным осадкам, не разъяснены людям, не являющимся учеными, сочетание одновременно более влажных и более сухих условий может показаться противоречащим привычному пониманию.

Более того, причины конкретных экстремальных явлений могут восприниматься политически мотивированными в некоторых странах, где, к сожалению, проблема изменения климата приобрела тенденциозный характер. Например, после экстремального явления, такого как пожар или наводнение, некоторые люди могут считать, что обсуждение причин потери жизни и собственности, обусловленных деятельностью человека, нетактично и/или продиктовано политическими соображениями.

Потребность в более четком сообщении информации

Почему важно более четко сообщать о связях между экстремальными явлениями и изменением климата? Научно обоснованное установление причин конкретных экстремальных явлений превратилось в отдельное направление научных исследований, обеспечивающее серьезные выгоды для общества. Как недооценка, так и переоценка каких-либо факторов при установлении причин, может привести к принятию неудачных решений по адаптации, подвергающих опасности объекты инфраструктуры, здоровье человека и многое другое. Способность быстро анализировать установление причин экстремальных метеорологических и климатических явлений и давать соответствующий комментарий тогда, когда явление еще обсуждается в средствах массовой информации, является серьезным достижением в области науки и области сообщения информации, имеющим потенциал для уменьшения уязвимости к воздействию экстремальных явлений. Для такой оценки риска требуется научная база, а не мнение,

Изменение
климата ведет к
изменениям в частоте,
интенсивности,
пространственных
масштабах,
продолжительности и
сроках экстремальных
метеорологических
и климатических
явлений, и его
результатом
могут быть
беспрецедентные
экстремальные
метеорологические
и климатические
явления. — МГЭИК

Los Angeles Times

\$2.00 DESIGNATED AREAS HIGHER © 2015

MONDAY, AUGUST 3, 2015

latimes.com



OCEANSIDE FIRE DEPARTMENT Capt. Greg DeAvila shoots a flare into dry brush during a burn operation. The Rocky fire started Wednesday near Clear Lake, about 100 miles northwest of Sacramento.

Heat, drought-parched brush fuel ferocious fire

Official says Northern California blaze is unprecedented this early in the season.



The fire exploded, charring 20,000 acres in one five-hour stretch that a fire official called "historic, unprecedented." Throughout the night, when wildfires typically slow down in the res-

Climate plan tests familiar battle lines

Obama's new rules on emissions would burnish his legacy but also highlight a deep political divide.

BY DAVID LAUTER

WASHINGTON — With Monday's release of landmark rules to combat global warming, President Obama is putting into place what probably will be the last piece of his ambitious second-term agenda — one that highlights deep divisions in the country and helps shape the race to succeed him.

On immigration, health care, same-sex marriage and now climate change, Obama has aggressively used the powers of his office to align public policy with the values and aspirations of a largely urban, liberal and minority constituency heavily concentrated on the East and West coasts.

In the process, he has courted a backlash from Republican constituencies and states — an older, whiter population concentrated in the South and the nation's

interior. That division was plain to see in reactions to the new rules, which are intended to change how the nation generates electricity in order to cut emissions of carbon dioxide and other gases blamed for warming the world's climate.

Over the next 15 years, the plan would aim to sharply reduce the use of coal and ramp up the use of wind and solar power. Currently, coal accounts for almost 40% of the nation's electricity, whereas wind and solar produce about 3%. By 2030, if the administration's plan works, renewables would account for 28% of U.S. power generation, edging past coal at 27%.

The plan would boost efforts already underway, mostly in coastal states and led by California, to greatly increase the use of renewable power.

But for those parts of the country still heavily reliant on coal, nearly all of them Republican governed states in the Midwest, Great Plains and South, the rules would force a major economic transition that many elected officials have vowed to resist.

[See Obama, A4]

Взаимосвязи не было установлено: в сообщении об этом стихийном пожаре не было никакого упоминания о связи с изменением климата. Это особенно парадоксально, так как это сообщение было размещено рядом со статьей о политике в области климата.

основанное на личном восприятии, сообщениях в средствах массовой информации или влиянии политических дебатов.

Последние исследования дают возможность предположить, что личный опыт знакомства с экстремальной погодой оказывает лишь небольшое, краткосрочное воздействие на то, что люди думают об изменении климата. Если экстремальное явление было пережито более трех месяцев назад, то воздействие на мнение человека относительно изменения климата практически сводится к нулю (Konisky et al., 2015). Люди не всегда находят связи, которые, как показывает научный анализ, существуют между экстремальной погодой и изменением климата. Если бы была установлена взаимосвязь, т. е. если бы научно обоснованные связи были четко сформулированы и об этом чаще и точнее сообщалось бы в средствах массовой информации, возможно, воздействие экстремальной погоды на мнения людей было бы сильнее и вело к повышению эффективности планирования в целях адаптации к изменениям, более глубоким переменам в поведении и более активным действиям в отношении изменения климата.

Изменение климата и экстремальные явления в сообщениях средств массовой информации

Несмотря на то, что отмечается рост числа определенных типов экстремальных явлений, средства

массовой информации в ряде стран не доводят на должном уровне научно обоснованное понимание связи между изменением климата и экстремальными явлениями.

Например, в Соединенных Штатах Америки (США) исследование, проведенное центром Media Matters for America (MMA) в августе 2015 г., показало, что ведущие газеты размещали материалы о стихийных пожарах и о Плате США по экологически чистой выработке электроэнергии на соседних полосах (см. фото), но не упоминали о роли изменения климата, вызванного деятельностью человека, в необычно раннем наступлении сезона стихийных пожаров (MMA, август 2015 г.). Называя стихийные пожары «новой нормой», ведущие газеты Калифорнии не дали никаких объяснений причины этой новой нормы (например, Westerling et al., 2006). Аналогичным образом в июне 2016 г. MMA отметил спад в установлении связи между экстремальными явлениями и изменением климата, когда средства массовой информации не сумели показать связи между изменением климата и наводнениями в Техасе в мае-июне. Было отмечено, что ведущие сети новостного вещания в США оставили без внимания изменение климата в своих сообщениях о наводнениях, свидетельствуя об ухудшении в отражении указанных связей после 2015 г., когда новостные вещатели говорили в своих сообщениях о научных факторах, обуславливающих связь между изменением климата и наводнениями в Техасе в мае 2015 г. (MMA, июнь 2016 г.).

Средства массовой информации имеют очевидную возможность для освещения наиболее заметных воздействий изменения климата в своих репортажах о бедствиях, вызванных погодными условиями, тем не менее эта возможность слишком часто оказывается упущенной.

Когда средства массовой информации пишут о последствиях изменения климата, то их внимание в основном сконцентрировано на экстремальных явлениях погоды. Исследование передач сетевого телевидения в США в 2015 г. показало, что освещение экстремальных явлений превосходит освещение всех других последствий изменения климата, включая последствия для здоровья человека и экономики (ММА, март 2016 г.). В июне 2015 г., когда скоро в Техасе имели место сильные наводнения, ряд средств массовой информации стали больше уделять внимания связи между сильными осадками и изменением климата (ММА, июнь 2015 г.). Отмечались и другие примеры надлежащего освещения в средствах массовой информации связи между экстремальной погодой и изменением климата, хотя и не так часто, как хотелось бы. Как бы там ни было, когда дело касается освещения в средствах массовой информации экстремальных явлений погоды как наиболее заметных последствий изменения климата, возможности для улучшения еще далеко не исчерпаны.

Что касается понимания связей между экстремальной погодой и изменением климата, вызванным деятельностью человека, то, как правило, население к тому же оказывается под влиянием взглядов видных руководителей, даже если эти взгляды противоречат науке. Например, анализ рекордно высокой весенней температуры, которая наблюдалась в Австралии в 2013 и 2014 гг., показал, что влияние человека на климат существенно повысило вероятность такой рекордно высокой температуры (Lewis and Karoly, 2014). В рамках другого анализа было выявлено, что такая экстремальная температура была весьма маловероятной без изменения климата, вызванного деятельностью человека (Gallant and Lewis, 2016). Однако публичные заявления одного из видных руководителей опровергали результаты этих анализов и поддерживали мнение о том, что недавняя экстремальная жара может быть обусловлена естественными изменениями и длительным периодом наблюдений. Несмотря на то, что такой взгляд невозможно было увязать с научными данными, он получил широкую огласку и утвердился в понимании населением экстремальных явлений.

Развитие науки

Наука в области установления связи между отдельными экстремальными явлениями погоды и изменением климата началась с комментария, опубликованного в журнале *Nature* в 2003 г., в котором климатолог Майлс Аллен поднял вопрос об ответственности за ущерб от экстремальных явлений, на которые могло оказать влияние изменение климата, вызванное деятельностью человека (Allen, 2003). Вскоре после этого в 2004 г. Питер Стот с коллегами провели исследование, в рамках которого рассматривалась волна тепла в Европе в 2003 г., унесшая более 35 000 жизней, и было установлено, что изменение климата повысило риск такой экстремальной жары более чем в два раза, а по наиболее объективной оценке изменение климата повысило вероятность этой волны тепла в четыре раза (Stott et al., 2004). Эти первые исследования заложили основы методов для использования климатических моделей с целью анализа связей между экстремальными метеорологическими явлениями и изменением климата, вызванного деятельностью человека.

В многочисленных последующих исследованиях по установлению причин экстремальных метеорологических и климатических явлений использован вероятностный подход с целью определения «доли присущего риска» и сообщения о ней (Stone and Allen, 2005). Этот подход широко используется в исследованиях в области здравоохранения и народонаселения, чтобы дать количественную оценку вклада фактора риска в возникновение того или иного заболевания, например, насколько чрезмерное курение повышает риск рака легких. Аналогичным образом оценка того, в какой степени изменение климата оказывает влияние на вероятность определенных типов экстремальных метеорологических явлений, занимает ключевое место в научных исследованиях по установлению причин экстремальных явлений. Ученые рассчитывают вероятности возникновения того или

иного экстремального метеорологического явления в рамках экспериментов с использованием климатических моделей, учитывающих как антропогенные, так и естественные факторы, а затем сравнивают эти вероятности с результатами серии параллельных экспериментов, учитывающих только естественные факторы. Таким способом, факторы антропогенного и естественного влияния на климат можно разделить, чтобы определить насколько риск возникновения конкретного явления меняется под воздействием антропогенного влияния на климат.

Степень научной достоверности результата по установлению причин и неопределенности, касающейся связи между изменением климата и определенными типами экстремальных явлений, зависит от нескольких факторов. Во-первых, ученым необходимо иметь ясное понимание физических механизмов, обуславливающих определенную категорию явлений, таких как волны тепла, наводнения, ураганы или засухи. Далее, ученым необходимы высококачественные наблюдения с тем, чтобы определить, менялась ли частота этой категории явлений в течение периода наблюдений. Наконец, климатические модели должны быть способны точно моделировать и воспроизводить соответствующий тип экстремальных явлений.

В ряде исследований наличие этих факторов было скоординировано и заявления относительно установления причин имели высокую степень достоверности. Например, имеется полная ясность и достоверность в установлении причин явлений аномальной жары, которые наблюдаются на обширных территориях и в течение продолжительных периодов времени. Физические механизмы хорошо изучены, изменения в наблюдениях документально зафиксированы, и эти явления точно воспроизводятся в климатических моделях. Например, в Австралии 2013 г. стал годом экстремальной жары и самым жарким годом за всю историю наблюдений с самым жарким днем, самой жаркой неделей, самым жарким месяцем и самым жарким летом. В рамках двух отдельных исследований было выявлено, что экстремальная жара в Австралии в 2013 г. была бы практически невозможной без влияния изменения климата, вызванного деятельностью человека (Knutson et al., 2014; Lewis and Karoly, 2014).

Осадки сопряжены с рядом проблем, отличных от проблем, связанных с экстремальной температурой. Ученые убеждены, что достигнут высокий уровень понимания относительно того, что интенсификация гидрологического цикла, вызванная деятельностью человека, может в принципе привести как к более частым наводнениям, так и к более частым засухам. Способствуя увеличению количества водяного пара в атмосфере, потепление, вызванное деятельностью человека, приводит к увеличению количества осадков в виде проливных дождей, что может служить причиной наводнений. Таким образом, существует убежденность в понимании как механизмов, так и наблюдаемых тенденций, и это указывает на наличие связи с изменением климата даже в отсутствии официального исследования

на основе использования моделей. Однако, если делать ставку на такие исследования с использованием моделей, то для обеспечения высокой достоверности в установлении причин конкретных явлений необходимо, чтобы модели воспроизводили эти процессы правильно для небольших пространственных масштабов, а это может оказаться непростой задачей. Также, помимо того, что в более теплых условиях частота таких явлений увеличивается, часто они связаны с другими действующими механизмами, погодными условиями, такими как блокирующие антициклоны, и режимами температуры морской поверхности (e.g., Dole et al., 2011). Несмотря на то, что в рамках исследований по установлению причин антропогенный сигнал в ряде недавних экстремальных наводнений (Pall et al., 2011; Schaller et al., 2016) был выявлен, этот сигнал слабее и часто не такой четкий, как для температуры, по причине трудностей при моделировании и сложных климатических механизмов.

В рамках двух отдельных исследований было выявлено, что экстремальная жара в Австралии в 2013 году была бы практически невозможной без влияния изменения климата, вызванного деятельностью человека.

Научные исследования по установлению причин экстремальных явлений, как правило, сконцентрированы на количественной оценке рисков и вероятностей. Также верно то, что экстремальные метеорологические явления сегодня происходят в климатической системе, фоновые условия которой изменились. По сути, никакая погода больше не является «естественной», а скорее возникает в контексте изменившегося климата. Другими словами, «глобальное потепление вносит вклад в увеличение частоты экстремальной погоды, потому что окружающая среда, в которой формируются все штормы, изменилась в результате деятельности человека» (Trenberth, 2011, USA Today). Каждое явление в какой-то степени испытало воздействие изменения климата по причине увеличения количества тепла, влажности атмосферы и повышения уровня моря, что в совокупности оказывает влияние на то, как ведут себя экстремальные явления (Trenberth et al., 2015). Более детальное понимание того, что означают антропогенные сигналы в отношении риска возникновения конкретных экстремальных явлений, может дать нам возможность предоставлять более эффективные рекомендации для принятия решений.

Кроме этого, все экстремальные явления происходят в изменяющейся естественным образом и хаотичной

климатической системе. Экстремальные явления всегда являются результатом естественной изменчивости и изменения, вызванного деятельностью человека, которые невозможно полностью разграничить. Научные подходы к установлению причин, сконцентрированные на экстремальных жаре, засухе, наводнениях, осадках или штормах, направлены на обеспечение полноценного понимания соответствующих естественных и антропогенных воздействий на экстремальное явление. Следовательно, каждое зарегистрированное экстремальное явление следует рассматривать особо, чтобы предоставить наиболее полезную информацию. Аналогичным образом, невозможность установить в качестве причины явления антропогенные факторы с высокой степенью достоверности не отрицает и не подвергает сомнению более широкое понимание изменения климата, вызванного деятельностью человека. Результаты установления причин, которые четко сформулированы и имеют высокую степень достоверности, демонстрирующую значительное влияние причин, вызванных деятельностью человека, или, наоборот, важную роль естественной изменчивости климата, могут быть одинаково полезны в плане предоставления информации для планирования при более высокой температуре в мире.

Последняя тенденция, касающаяся науки в области установления причин, состоит в том, что экстремальные явления анализируются в режиме, близком к реальному времени. Всемирный проект по установлению причин явлений погоды и аналогичная программа в Европе (EUCLIEA; Stott, 2016) являются международными инициативами по совершенствованию и активизации наших возможностей для анализа влияния изменения климата на экстремальные явления и информирования об этом влиянии. В рамках Всемирного проекта по установлению причин экстремальных явлений был проведен анализ крупных сильных наводнений во Франции и соседних странах в июне 2016 г., из-за которых был закрыт музей Лувра, проведена вынужденная эвакуация нескольких тысяч человек, десятки тысяч остались без электроэнергии, более десяти человек погибли, а причиненный ущерб только во Франции составил более миллиарда евро. Исследователи пришли к выводу, что вероятность трехдневных экстремальных осадков в этом сезоне увеличилась приблизительно на 80 % на реке Сене и приблизительно на 90 % на реке Лауре (World Weather Attribution, 2016).

Более эффективное сообщение информации

Предложения по более эффективному сообщению информации, представленные ниже, основаны на многолетнем опыте распространения информации о науке о климате и связях между изменением климата и экстремальной погодой. При взаимодействии со средствами массовой информации после того, как произошло экстремальное явление, эти предложения могут помочь ученым более эффективно и точно сообщать информацию о роли изменения климата во влиянии на это явление.

1. Следует начинать с того, что известно. Вместо оговорок, неопределенностей и того, что не известно (Somerville and Hassol, 2011), разговор об установлении причин экстремальной погоды следует начинать с того, как изменение климата, вызванное деятельностью человека, влияет на тип экстремальной погоды, о котором идет речь. Например: «Мы знаем, что при более высокой температуре в мире, мы подвергаемся воздействию более частых и более интенсивных волн тепла. И мы ясно видим, что эта тенденция подтверждается данными. Данное явление соответствует этой тенденции». Затем скажите об исследованиях, касающихся конкретного обсуждаемого в данный момент явления погоды, например об исследованиях, в рамках которых количественно оцениваются изменения вероятности наступления этого явления при наличии соответствующей информации, полученной в результате исследования. Например: «Благодаря глобальному потеплению вероятность данной волны тепла была, по меньшей мере, в четыре раза более высокой, т. е. вероятность наступления этого явления увеличилась на 400 %».
2. Следует ясно и просто разъяснить механизмы, обуславливающие изменения, вызванные потеплением. Например: «Более теплая атмосфера содержит больше влаги, что ведет к более сильным осадкам».
3. Следует использовать метафоры, которые могут оказать эффективную помощь в пояснении того, как потепление, вызванное деятельностью человека, меняет вероятность наступления экстремальных метеорологических явлений. Например: «Удерживающие тепло газы действуют как стероиды в климатической системе, повышая вероятность экстремальной жары, проливных дождей и ряда других типов экстремальных явлений. В наши дни мы имеем дело с погодой, живущей на стероидах». Такой метод позволяет сообщить о том, что, хотя экстремальные явления действительно возникают естественным образом, частота и интенсивность многих типов этих явлений в настоящее время растет. Аналогичным образом, глобальное потепление «способствует тому, что на игральном кубике экстремальные явления выпадают все чаще», или «передергивает колоду» в поддержку такого развития событий.
4. При сообщении об экстремальных метеорологических явлениях, которые по результатам научных анализов не связаны однозначно с изменением климата, рекомендуется напомнить об общетеоретическом понимании изменения климата, вызванного деятельностью человека, и пояснить, что изменение климата не является прямой причиной конкретного явления. Поясните, что «мы знаем, что изменение климата происходит в настоящее время, и что оно вызвано деятельностью человека, даже если мы не можем с уверенностью сказать, что оно является непосредственной причиной данного конкретного явления».

5. Следует перефразировать нечетко поставленные вопросы. Ученым, у которых берут интервью, часто задают вопрос: «Это явление произошло по причине изменения климата?» Основания для того, чтобы задать такой вопрос, могут быть связаны с обязательствами, текущей ситуацией, планированием и многим другим. Однако такой вопрос все равно сформулирован неправильно, и на него нельзя ответить просто да или нет из-за наличия множества факторов, обуславливающих все явления. Ученые, отвечающие на вопросы, могут дать более адекватные и информативные ответы, пояснив, например, как меняется вероятность таких типов явлений в результате потепления, вызванного деятельностью человека, и назвав конкретные явления, вероятность которых очень мала без воздействия изменения климата, вызванного деятельностью человека.
6. При сообщении о достоверности или неопределенности следует использовать язык, понятный для населения. Ученые используют лексику, которая при обсуждении определенных вопросов целесообразна для общения между собой, но важно помнить, что многие слова для ученых имеют совершенно иное значение, чем для населения (Hassol, 2008; Somerville and Hassol, 2011). Например, ученые часто используют слово «неопределенность», чтобы обсудить ряд сценариев будущего климата или ряд результатов моделирования для установления причин конкретного явления, но для населения «неопределенность» означает, что мы просто что-то не знаем. Поэтому лучше говорить «ряд возможных вариантов», чем «неопределенность». Аналогичным образом ученые могут охарактеризовать полученный результат как результат, имеющий «низкую степень достоверности» по причинам, связанным с данными или модельными расчетами, но это не значит, что наблюдаемый тренд или прогнозируемые изменения отсутствуют, как может предположить население, исходя из использованной лексики.
7. Как и в любом сообщении об изменении климата, предназначенном для информирования общественности, следует избегать использования языка, который может привести к отчаянию и, следовательно, к бездействию. Например, вместо того, чтобы называть дальнейшее увеличение количества явлений экстремальной погоды «неизбежным», можно сказать о том, что перед нами стоит выбор между будущим с более интенсивным изменением климата и сильным увеличением количества явлений экстремальной погоды и будущим с менее интенсивным изменением климата и несильным увеличением количества явлений экстремальной погоды. Будущее – в наших руках.

Общая обязанность

Изменения экстремальных метеорологических и климатических явлений – это основной индикатор, позволяющий большинству людей на собственном

опыте испытывать воздействие изменения климата. Глобальное потепление, вызванное деятельностью человека, уже увеличило количество и интенсивность некоторых экстремальных явлений (Melillo et al., 2014). Наука в этой области быстро развивается. Поэтому необходимо точно передавать информацию о научно обоснованных связях между экстремальными явлениями и изменением климата с тем, чтобы люди могли принимать обоснованные решения относительно мероприятий по ограничению рисков, связанных с этими явлениями.

В контексте быстрого развития научного потенциала для установления причин экстремальных явлений и с учетом увеличения их частоты и интенсивности, некоторые ученые спрашивают, не следует ли переместить бремя доказывания о необходимости доказывать наличие влияния человека на конкретное метеорологическое явление на необходимость доказывать, что такого влияния нет. Так как влияние человека на климат четко установлено, и все явления происходят в измененной благодаря этому влиянию окружающей среде, то вопрос отныне должен формулироваться по-другому: не «оказывает ли влияние антропогенный компонент?», а «какое влияние оказывает антропогенный компонент?» (e.g., Tranberth, 2011).

... перед нами стоит выбор между будущим с более интенсивным изменением климата и сильным увеличением количества явлений экстремальной погоды и будущим с менее интенсивным изменением климата и несильным увеличением количества явлений экстремальной погоды. Будущее – в наших руках.

Учитывая тот факт, что изменение климата прогрессирует, а наука в области установления причин явлений развивается, люди будут продолжать задавать вопросы, а средства массовой информации будут продолжать сообщать о том, как мы влияем на экстремальную погоду, и о том, как экстремальная погода влияет на нас. Обязанность сообществ, занимающихся наукой о погоде и климате и передачей соответствующей информации, заключается в том, чтобы не отставать от развивающейся науки и делать все возможное, чтобы сообщать о самых качественных и новейших научных знаниях на благо всего общества.

Ссылки имеются в электронной версии

Создание комплексной структуры метеорологического обслуживания для наземного транспорта

Целевая экспертная группа ВМО¹ и Секретариат ВМО²

¹ Кевин Р. Пети, Пол Бридж, Уолтер Ф. Даббердт, Вайсяля; Томас Фрей, частный консультант, Арни, Швейцария; Пека Левиакангас, Технический исследовательский центр VTT; Перти Нурми, Финский метеорологический институт

² Тан Сюй, директор, Департамент метеорологического обслуживания и обслуживания в области снижения риска бедствий

В наши дни авиационный и морской секторы, а также сектор наземного транспорта используют свои собственные подходы, чтобы справляться с влиянием погодных явлений со значительными воздействиями и последствиями на безопасность, эффективность и непрерывность их функционирования. Кроме того, каждый сектор использует свою собственную отдельную и индивидуальную специализированную метеорологическую информацию. Однако движение людей и товаров в нашем современном мире большей частью носит мультимодальный и чрезвычайно комплексный характер. Чтобы смягчить влияние погоды на функционирование транспортной системы, необходимо предоставлять метеорологическое обслуживание комплексным и непрерывным образом¹.

Именно создание комплексной структуры метеорологического обслуживания для наземного транспорта будет самой сложной задачей для национальных метеорологических и гидрологических служб (НМГС). Сеть наземного транспорта значительно менее регулируема и унифицирована, особенно на национальном и международном уровнях, чем сети авиационного и морского транспорта³. Уязвимость наземного транспорта к воздействию погоды по сравнению с воздушным и морским транспортом в значительной степени очевидна исходя из статистических данных о дорожно-транспортных происшествиях. Данные, полученные из США⁴, показывают что связанные с погодой дорожно-транспортные происшествия приводят к гибели почти 6 000 человек в год с экономическим ущербом на сумму более 40 млрд долларов США. Несмотря на то, что последствия задержки авиарейсов являются существенными для экономики, они составляют всего лишь 10 % от ущерба для экономики, связанного с потерями на автомобильных дорогах. С учетом вышеизложенного представляется, что большую пользу принесет использование опыта авиационного и морского секторов в качестве целевого ориентира, что поможет извлечь ценные уроки в плане разработки стандартов и методологической основы для концепции предоставления непрерывного комплексного метеорологического обслуживания для наземного транспорта.

НМГС надлежит сыграть ведущую роль в содействии разработке и предоставлению комплексного метеорологического обслуживания, в то же время партнерские отношения между государственным и частным секторами будут иметь важное значение. В большинстве случаев НМГС имеют хорошие возможности, чтобы обеспечить основополагающие элементы для поддержки предоставления комплексного обслуживания. Однако было бы ошибкой преуменьшать значимость частных компаний, которые на протяжении

длительного времени предоставляют транспортному сектору метеорологические рекомендации, ориентированные на конкретных пользователей. Модель партнерских отношений будет зависеть от множества факторов, таких как потенциал и возможности НМГС, местные порядки и культура, наличие ресурсов, географическое положение, тип конечных пользователей и компоненты и развитость транспортной системы. Партнерские отношения между государственным и частным секторами в различных формах крайне необходимы для реализации парадигмы предоставления комплексного метеорологического обслуживания.

Требования



Предоставление комплексного обслуживания на основе наблюдений за погодой предполагает наличие оптимизированной сети, которая формируется в результате унифицированного реагирования на неблагоприятные условия погоды. Это включает общее знание и понимание ситуации, которое достигается посредством непрерывного обеспечения, использования и передачи специализированной информации и обслуживания в поддержку принятия решений. Что касается транспортных систем, то здесь конечная цель заключается в том, чтобы обеспечить возможности для предоставления комплексного обслуживания для разнообразных видов перевозок.

Это означает, что, к примеру, при перемещении товаров или людей из пункта А в пункт В необходимо рассмотреть совокупное воздействие неблагоприятной погоды: в терминале отправления (пункт А), на железнодорожной линии (на участке от пункта А до пункта Б), в транзитном пункте (пункт В), на автомобильной трассе (на участке от пункта Б до пункта В) и в терминале прибытия (пункт В). А так как поездка будет продолжаться много часов и, возможно, придется проехать сотни километров, то воздействие погоды следует рассматривать в разное время и в разных местах. Следует также иметь в виду, что одни и те же метеорологические условия, например ледяной дождь, могут по пути следования оказывать разное воздействие в разных местах и на разных пользователей. Этот процесс может быть сложным и комплексным.

³ Метеорологическое обслуживание на маршруте полета характеризуется высокой степенью стандартизации, чего нельзя сказать о метеорологическом обслуживании на аэродромах.

⁴ Национальный совет по научным исследованиям, 2010.

Влияние экстремальной погоды на транспорт вполне понятно для большинства секторов, однако серьезной проблемой по-прежнему остается количественная оценка и смягчение этого влияния в разных секторах, в разных временных и пространственных масштабах и в пределах и за пределами геополитических границ. Для этого придется принять во внимание разнообразные факторы, такие как определение требований конкретных пользователей, оптимизация метеорологических, дорожных, железнодорожных и транспортных измерений, использование и сочетание разных методов прогнозирования, включая прогнозирование текущей погоды и численные прогнозы погоды, совершенствование связи и передачи сообщений и непрерывное создание комплексной структуры обслуживания для различных видов транспортных перевозок. Минимальные требования, по всей вероятности, предполагают наличие непрерывного комплекта наблюдений, прогнозов и обслуживания в поддержку принятия решений. При предоставлении комплексного обслуживания надежность, актуальность, качество и другие ключевые дополнительные атрибуты метеорологической информации, получаемой конечными пользователями, часто будут общими для различных видов транспортных перевозок, хотя будет и такая информация, которая является специфической для каждого вида перевозок и даже для каждого пользователя данного вида перевозок.

Комплексное обслуживание на основе наблюдений за погодой необходимо будет адаптировать к потребностям различных групп пользователей, включая:

- компании грузового, авиационного и автобусного транспорта, а также судоходные компании;
- пользователей транспортного сектора (например почтовые службы, предприятия медицинского снабжения, широкая общественность);
- операторов аэропортов, авиационные предприятия и поставщиков обслуживания;
- государственные и частные организации по обслуживанию автомагистралей;
- органы по чрезвычайным ситуациям;
- начальников портов;
- железнодорожные компании.

Чтобы обеспечить практическое руководство, т. е. поддержку принятия решений, в конечном итоге потребуются в полной мере оценить и понять потенциальные последствия использования подхода, предполагающего предоставление комплексного обслуживания, для всех заинтересованных сторон. В равной степени важно обучать пользователей и лиц, принимающих решения, пониманию связанного с погодой обслуживания, которое предоставляется с тем, чтобы они оптимизировали его использование на всех этапах их производственно-сбытовой цепи. Важный шаг заключается в том, чтобы подчеркнуть дополнительные преимущества, полученные в результате использования улучшенного и непрерывного информационного обслуживания, связанного с погодой. Так как транспортные сети становятся все более глобальными, потребность в координации и стандартизации также чрезвычайно насущна.

Формулирование задачи по подготовке комплексного обслуживания

Чтобы обеспечить рентабельный уровень в предоставлении комплексного обслуживания, потребуется прогресс в области метеорологических наблюдений, аналитических средств и их применении, моделей прогнозирования погоды, унифицированных подходов к различным типам транспортных перевозок, а также культурные изменения, касающиеся как поставщиков обслуживания, связанного с погодой, так и заинтересованных сторон. Вероятно, наиболее предпочтительным является поэтапный процесс, который может начаться с обеспечения общего понимания ситуации во всем транспортном секторе во время явлений погоды со значительными воздействиями и последствиями. После этого нужно будет решать проблемы, связанные с погодой, которые возникают на уровне разных типов транспортных перевозок и при взаимодействии между ними (т. е. при обеспечении комплексной структуры обслуживания различных типов перевозок), а также среди заинтересованных сторон. Этот последний шаг в конечном счете будет самой важной задачей в рамках этого процесса.

А в качестве первого шага можно было бы использовать относительно устоявшуюся и имеющую конкретную направленность группу пользователей, чтобы сформулировать задачу по комплексному обслуживанию различных типов перевозок. Это способствовало бы созданию стратегии по разработке, тестированию и документированию накопленного опыта, который можно было адаптировать к другим



«Комплексное метеорологическое обслуживание» – это непрерывное предоставление стандартизированного обусловленного условиями погоды обслуживания для поддержки принятия решений при осуществлении какого-либо или всех взаимосвязанных типов транспортных перевозок: предоставление комплексной информации о состоянии метеорологических условий в аэропортах, портах и гаванях, на реках, озерах, автомобильных и железных дорогах.

Метеорологические параметры	Категория оповещения о неблагоприятных метеорологических условиях	Последствия
Осадки	Замерзающие осадки, снежные заносы, жидкие осадки, осаждаемый водяной пар, влажность почвы, затопление, уровень воды в водоемах, пожароопасная погода	Потеря сцепления с дорогой и управления, задержки, снижение скорости, нагрузка на узлы, агрегаты и шины автомобиля, использование шинных цепей, влажная поверхность дороги, водяная пыль на дорогах, закрытие дорог из-за затопления, изменение маршрутов, слабое и неравномерное торможение, последствия, связанные с использованием различных видов транспорта, размягчение земляного полотна железнодорожных линий, размыв дорожного полотна; засуха, ведущая к опасности возникновения пыли и дыма, снижающих видимость, к закрытию автомагистралей, к последствиям, связанным с использованием различных видов транспорта из-за остановки баржевых перевозок
Параметры, связанные с грозой	Траектории сильных гроз, молния, град	Опасные быстро меняющиеся условия с множественными рисками столкновений и повреждений из-за потери управления, ухудшение видимости, горные обвалы, порождающие опасность столкновений и задержек, повреждения инфраструктуры, блокирования железнодорожных линий
Параметры, связанные с температурой	Температура воздуха и земной поверхности, включая максимальную и минимальную температуры, первое проявление сезонных особенностей, тепловой индекс, дни, предполагающие использование охлаждения или отопления	Нагрузка на узлы и агрегаты автомобиля и на инфраструктуру; при высокой температуре скорая порча грузов, прогиб рельсов, уменьшение скорости на железной дороге
Ветры	Скорость ветра	Неустойчивость транспортных средств, потеря управления, переворачивание автомобилей
Видимость	Ограничения видимости из-за тумана, дымки, пыли, смога и слепящего солнечного света, ограничения видимости в верхней атмосфере из-за вулканической и пустынной пыли	Снижение скорости, опасность столкновений и повреждения вследствие быстрых изменений
Состояние моря	Тропические циклоны, включая траектории и элементы циклонов, влияющие на маршруты эвакуации, появление морского льда в свободных ото льда акваториях, высокий прибой, штормовой нагон, аномально высокие или низкие приливы, ледяные брызги, ураганные ветры, состояние моря, затопление, высота ветровых волн, высота морских волн	Сбои в системах снабжения, закрытие дорог, сильное повреждение инфраструктуры и транспортных средств, преграды на железнодорожных линиях; подъем уровня моря, опасность для инфраструктуры и ее повреждение, изменения в сельскохозяйственном и промышленном производстве и перевозке грузов

Метеорологические параметры, категоризация оповещений о неблагоприятных метеорологических условиях на основе этих параметров и последствия для транспортных перевозок (из работы McGuirk M. et al., 2009)

группам конечных пользователей. Желательно, чтобы эта устоявшаяся группа испытала на себе воздействия погоды и понимала их, а также необходимость в предоставлении непрерывного метеорологического обслуживания для различных типов транспортных перевозок – обслуживания «от двери до двери». Потенциальную группу пользователей можно было бы выбрать из числа глобальных поставщиков логистического обслуживания, подразделений по чрезвычайным обстоятельствам или операторов узлов смешанных транспортных перевозок.

Комплексное обслуживание наземного транспорта в будущем будет также зависеть от прогресса в разработке ряда средств и возможностей в области метеорологии, включая системы атмосферных измерений и наблюдений за состоянием земной поверхности, методы усвоения данных и модели численного прогнозирования погоды (ЧПП), а также методы текущего прогноза погоды на местах. Например, прогресс в области систем измерений мог бы обеспечить улучшенные возможности для повседневного и точного определения типа и интенсивности осадков, по мере

того как они достигают уровня земли, а также плотности, интенсивности и дисперсности тумана и т. д. Более совершенные модели ЧПП могли бы повысить пространственное и временное разрешение, т. е. точность прогнозов атмосферных условий. Критический анализ требований к наблюдениям в интересах сектора наземного транспорта с учетом существующих областей применения ВМО также мог бы выявить пробелы.

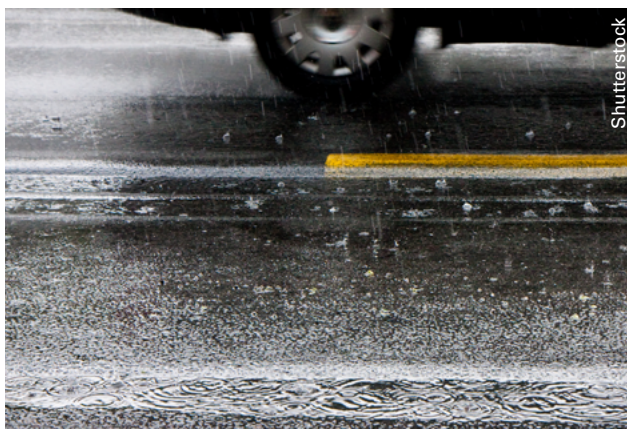
Эффективное использование изменений

Грядущие технические, культурные и климатические изменения окажут влияние на парадигму комплексного метеорологического обслуживания. Ниже приведены несколько примеров, о которых поставщики обслуживания должны быть осведомлены. Быстро развивающиеся технологии, охватывающие всю транспортную систему, открывают новые возможности для предоставления более высококачественного обслуживания как органам управления транспортными системами, так и конечным пользователям. Например, технические возможности для взаимодействия между транспортными средствами (vehicle-to-vehicle, V2V) и между транспортным средством и инфраструктурой (vehicle-to-infrastructure, V2I) уже проходят испытания и будут внедрены в полном объеме в течение следующего десятилетия. Сами транспортные средства будут служить платформой для наблюдения за погодой, что в результате даст возможность производить мобильные наблюдения в реальном масштабе времени, которые позволят повысить качество анализа и прогнозирования погоды.

Дорожный сектор переживает технологическую революцию. Стремительно продвигается разработка автономных транспортных средств. Фактически некоторые серийные автомобили уже имеют возможности для полуавтономного управления и некоторые производители объявили о выпуске автономных транспортных средств через пять лет. Автоматизация также ведет к появлению более широкомасштабных стратегий контроля, таких как автоматизированное управление

транспортным средством, движущимся в колонне, когда управление дистанцией между транспортными средствами осуществляется с целью повышения безопасности и эффективности, оптимизации использования инфраструктуры и ослабления воздействий на окружающую среду. Однако технологии наблюдений (лидары, радиолокаторы, радио и т. д.), используемые для поддержки преобразований в автомобильной промышленности, чувствительны к условиям окружающей среды, которые, следовательно, влияют на их работу. Крайне важно в полной мере понять и рассмотреть влияние экстремальной погоды на эти технологии, чтобы обеспечить безопасность пассажиров. С другой стороны, эти бортовые системы могли бы также служить в качестве дополнительного ценного источника информации о погоде и климате на местах.

К числу других новых платформ наблюдения за погодой и климатом относятся автоматически управляемые воздушные и морские системы. Распространение автоматически управляемых систем имеет значительный потенциал для обеспечения дополнительных возможностей, чтобы получить более глубокое понимание метеорологических и климатических условий, особенно в местах, труднодоступных для размещения традиционных систем измерения. Доступность своевременных высокоплотных наблюдений на высоте нескольких километров



Экономические выгоды от использования транспорта

Транспортный сектор является важным компонентом экономики. Уровень экономического развития в значительной степени зависит от количества и качества транспортной инфраструктуры. В Европейском союзе, например, грузовые перевозки автомобильным транспортом являются основным видом внутренних транспортных перевозок, на которые приходится более 70 % всего объема транспортных перевозок.

Распределение (%) по видам транспорта внутренних грузовых перевозок в 28 странах Европейского союза (2014 г.)



в самом нижнем слое атмосферы, а также наблюдений в океанах и над океанами будет более повсеместной по мере развития указанных систем. Данные таких наблюдений помогут улучшить понимание и прогнозирование метеорологических условий со значительными воздействиями и последствиями, которые оказывают влияние на наземный транспорт.

Многие потоки данных общественного пользования, которые в настоящее время доступны только за плату, вероятно, будут бесплатными и легкодоступными. Облачные модели обслуживания предлагают беспрецедентные перспективы для более широкого использования метеорологической и климатической информации и данных. Каналы связи также, наверняка, изменятся непредсказуемым образом. В одном можно быть уверенным: метеорологическая информация всех типов станет более доступной для большего числа заинтересованных групп пользователей (как из государственного, так и частного секторов) по более низким ценам.

Более доступные данные наблюдений и вычислительные ресурсы, наряду с успехами в численном моделировании, внесут свой вклад в постоянное повышение качества метеорологической и климатической информации, предоставляемой конечным пользователям. Кроме того, совершенствование технологий, таких как извлечение информации из массивов данных и компьютерное обучение, будет способствовать появлению новых видов продукции и обслуживания, связанных с погодой. Те виды продукции, которые предполагают предоставление информации о возможных воздействиях, представляют особый интерес для многих заинтересованных сторон. Сочетание традиционных метеорологических данных (например, данных наблюдений, прогнозов и т. д.) и дополнительных данных, касающихся транспорта (например, данные о движении транспорта, данные о грузопотоке и т. д.), дает возможность для появления новых связанных с погодой видов обслуживания, учитывающих возможные воздействия. Эти виды продукции и обслуживания с учетом воздействий могут дать транспортным компаниям и пассажирам более четкое представление о предполагаемых воздействиях неблагоприятных условий погоды или изменения климата, позволяя разрабатывать более эффективные стратегии смягчения последствий.

Вклад в глобальные усилия

ВМО признает важность для наземного транспорта обслуживания, связанного с погодой, и соответствующего обслуживания, связанного с окружающей средой, а также роли партнерских отношений между государственным и частным секторами в предоставлении обслуживания. Семнадцатый Всемирный метеорологический конгресс в июне 2015 г. еще раз подтвердил приверженность ВМО парадигме предоставления комплексного обслуживания.

Непрерывное создание комплексной структуры метеорологического обслуживания для наземного транспорта остается по-прежнему серьезной проблемой, но также может стать важным шагом в смягчении последствий неблагоприятной погоды для транспортных систем, повышающим безопасность и эффективность и снижающим экономический ущерб. Решить эту проблему будет непросто. Разработка и осуществление, вероятно, потребуют поэтапного подхода на основе непрерывного ряда маленьких шажков вперед вместо одного огромного шага. ВМО посредством своих программ и при помощи НМГС своих Членов предстоит взять на себя ведущую роль.

Конечная цель заключается в предоставлении обслуживания, которое удовлетворяет потребности транспортных компаний и пользователей, обеспечивая безопасную, эффективную и четкую работу транспортной сети независимо от того, является ли эта сеть глобальной, национальной, региональной или локальной. Интересно отметить, что Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила 2011–2020 гг. десятилетием безопасности дорожного движения; создание возможностей для комплексного метеорологического обслуживания наземного транспорта несомненно внесло бы значительный вклад в эти глобальные усилия.

Конечная цель заключается в предоставлении обслуживания, которое удовлетворяет потребности транспортных компаний и пользователей, обеспечивая безопасную, эффективную и четкую работу транспортной сети независимо от того, является ли эта сеть глобальной, национальной, региональной или локальной.

Метеорологическая отрасль: глобальное государственно-частное партнерство

Алан Торп¹



¹ Бывший Генеральный директор Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП)

На последнем 68-м заседании Исполнительного совета ВМО в июне состоялся специальный диалог по вопросам сотрудничества между государственным и частным секторами в области метеорологии. В данной статье докладчик, выступавший на сессии, высказывает свое личное мнение относительно имевшей место дискуссии и последующих шагов, которые необходимо предпринять.

Метеорологическая отрасль – это хорошо налаженное и успешное глобальное государственно-частное партнерство, в рамках которого оба сектора имеют общие цели. Для дальнейшего развития этого партнерства появляются новые возможности, которые позволят всей отрасли развиваться и выпускать более точные и более надежные прогнозы погоды². Неотложность такого развития обусловлена необходимостью еще более эффективно работать для спасения жизни людей и защиты инфраструктуры в связи с уязвимостью к воздействию опасных явлений погоды в условиях изменяющегося климата.

Пример успеха в области науки и технологии

Развитие прогнозирования погоды является примером успеха в области науки и технологии. В рамках процесса, равнозначного научной революции³, пусть даже и тихой революции, для осуществления которой потребовалось много десятилетий поэтапных инноваций, к 2012 г. стало возможным предсказывать приближение экстремальных и нетипичных ураганов с заблаговременностью предупреждения около одной недели.

Вместе с тем сегодня люди и инфраструктура становятся и в будущем будут становиться все более уязвимыми к воздействию опасных явлений погоды из-за роста населения, мест проживания людей и изменения климата. По этой причине требования общества, бизнеса и правительств в отношении точных и надежных прогнозов погоды быстро возрастают.

Глобальная метеорологическая отрасль с участием государственного и частного секторов принимает этот вызов, но в условиях, которые радикально отличаются от условий, действовавших до сих пор. Чтобы воспользоваться возможностями и обеспечить то, что требуется, необходимы новые подходы.

Как произошла тихая революция?

В последние полвека соединились три важнейших компонента: достижения в области науки о погоде,

включая достижения в моделировании системы Земля на глобальном уровне, инновации в наблюдениях за атмосферой, океанами и земной поверхностью и революция в вычислительных технологиях. Без всех этих трех компонентов было бы невозможно представить себе современное прогнозирование погоды. Когда Вильгельм Бьеркнес мечтал в 1904 г. о предсказании погоды с использованием законов физики, это не могло быть реализовано⁴, но сегодня при участии как государственного, так и частного секторов все необходимые компоненты соединились, чтобы его мечта стала реальностью.

В то время как большая часть науки о погоде развивается в университетской среде и исследовательских учреждениях, включая учреждения, действующие в системе национальных метеорологических и гидрологических служб (НМГС), основной вклад в инновации в системах наблюдений и вычислительных технологиях сделал частный сектор. Сегодня ряд крупнейших в мире компаний, играющих важную роль в глобальной экономике, например в космической и вычислительной отраслях, вносят свой вклад в развитие метеорологической инфраструктуры. Очевидно, что метеорологическая отрасль представляет собой глобальное государственно-частное партнерство.

Необходимо признать, что эта революция, а значит и государственно-частное партнерство потребовали сугубо глобального подхода, так как атмосферная циркуляция означает, что погода в отдельном месте определяется предшествующими явлениями по всему миру.

Что будет в будущем?

Потребность в развитии науки, наблюдений и вычислительных мощностей является постоянной и продолжает открывать путь для совершенствования прогнозов погоды. Однако ситуация для метеорологической отрасли сегодня быстро развивается, так как экспоненциальный прогресс в области технологии, включая прогресс, обусловленный потребностями других отраслей, создает исключительные возможности для предоставления прогнозов погоды даже более высокого качества.

² Например, см. статью «Создание комплексной структуры метеорологического обслуживания для наземного транспорта» на с. 10 настоящего выпуска.

³ Bauer, P., Thorpe, A. J., and Brunet, G.: The quiet revolution of numerical weather prediction. *Nature*, 525, 47–55 (2015)

⁴ Bjerknes, V.: Das Problem der Wettervorhersage betrachtet vom Standpunkt der Mechanik und Physik, *Meteorol. Z.*, 21, 1–7 (1904)

Ключевая задача состоит в том, чтобы в достаточной мере мобилизовать творческий потенциал человека, чтобы внедрить инновации для дальнейшего развития науки, наблюдений и вычислительных технологий. В свою очередь, эти инновации требуют достаточного объема финансовых ресурсов. В государственном секторе получение средств, выделяемых правительствами, сопряжено с серьезными трудностями. В то же время в частном секторе наблюдаются существенное развитие и рост.

Что может предложить частный сектор?

Частный сектор эффективен в мобилизации и размещении частного (венчурного) капитала, в частности, для высокотехнологичных разработок в области измерений, вычислений и обработки данных. Предоставляя информационное обслуживание, частный сектор также создавал бы возможности для передачи рисков от государственного сектора, таких как риски, связанные с созданием, запуском и эксплуатацией спутников. Используя свои ресурсы, частный сектор мог бы оказывать содействие в передаче технологии развивающимся странам, например, за счет финансирования по линии Всемирного банка.

В целом, частный сектор признается работоспособным и эффективным в практической реализации инноваций, которые являются результатом инвестиций государственного сектора в научные исследования и разработки – многие правительства инвестируют в науку, в значительной степени руководствуясь этими соображениями. Многие некрupные и крупные компании уже придают дополнительные функции продукции численного прогнозирования погоды (ЧПП), выпускаемой государственным сектором, и обеспечивают широкое распространение прогнозов погоды⁵.

Последние изменения в частном секторе

Два примера показывают, как меняется ситуация в метеорологической отрасли. Первый пример, касающийся разработки малогабаритных спутников CubeSat⁶, означает, что стоимость запуска ряда новых приборов в космос для наблюдения за Землей относительно невысокая и что частота и количество новых запусков могут быть значительно увеличены. Эти факты означают, что появляются новые малые и средние компании, использующие частный капитал для запуска

спутников в интересах метеорологии – это новшество и это предоставляет реальные возможности.

Эти компании заинтересованы в предоставлении информационного обслуживания – они видят свое место в информационном бизнесе, а не просто в деле запуска бортового оборудования. Это также относительно новое дело для метеорологической отрасли, так как в прошлом расходы и риски, связанные с запуском и эксплуатацией спутников, нес государственный сектор. Это требует разработки новых бизнес-моделей для обеспечения доступности данных, но это не подразумевает увеличения финансирования, скорее, требует реструктуризации распределения финансовых средств и распределения рисков. Есть другие компании, которые на основе работы, сделанной изначально рядом НМГС, разработали оборудование для установки на коммерческих воздушных судах, которое в качестве вспомогательной услуги обеспечивает канал для связи между воздушным судном и землей.

Второй пример касается бесчисленных разработок и инноваций в области вычислительных технологий. Например, развитие облачных вычислений или получивших широкое распространение распределенных и удаленных вычислений позволило компаниям покупать вычислительные мощности без необходимости содержать свои собственные суперкомпьютерные центры. Кроме того, разрабатывается следующее поколение компьютерных чипов, которые позволяют снизить потребление энергии и увеличить производительность. Так как алгоритмы ЧПП не идеальным образом структурированы для архитектур следующего поколения, необходимо более тесное взаимодействие между разработчиками моделей и поставщиками аппаратного/программного обеспечения, чтобы использовать новые технологии. Обычные закупочные циклы, практикуемые крупными центрами ЧПП, протекают значительно медленнее, даже очень медленно по сравнению со стремительным развитием вычислительной отрасли. Еще одним новшеством является рост объема данных для конкретных мест, подготовку которых часто осуществляют специалисты по анализу данных посредством одновременного использования различных источников с тем, чтобы подготовленные данные поступали на мобильные телефоны и планшетные устройства. Так как прогнозы погоды являются самыми популярными приложениями на таких устройствах, многие частные информационные компании видят потенциал в том, чтобы вместе с метеорологическими прогнозами предоставлять многие другие данные, обеспечивая таким образом попадание прогнозов погоды в руки тех, кто в них больше всего нуждается.

⁵ Pettifer, R.: The Development of the Commercial Weather Services Market in Europe 1970 – 2012, Meteorol. Appl. DOI: 10.1002/met.1470 (2014)

⁶ <http://www.cubesat.org/about/>

Последствием указанных изменений является то, что некоторые компании признают, что им по силам, и что они имеют серьезную коммерческую заинтересованность в том, чтобы самим осуществлять оперативное ЧПП в глобальном и региональном масштабах и использовать данные наблюдений, собираемые организациями частного сектора. Рынок специализированных прогнозов погоды, касающийся широкого круга метеозависимых отраслей, расширяется и обеспечивает новых потребителей для частного сектора.

Роли обоих секторов

Что означает для метеорологической отрасли эта эволюция и рост компонента, которым является частный сектор? В связи с тем, что частный сектор значительно более активно участвует практически во всех элементах производственного процесса, который охватывает операции от производства наблюдений до выпуска специализированной метеорологической продукции (см. рисунок справа), соответствующие роли государственного и частного секторов неизбежно эволюционируют. Во-вторых, метеорологическая отрасль развивается в связи с научными и техническими инновациями, потребностью выполнить задачу по выпуску более точных прогнозов погоды и ростом частного сектора.

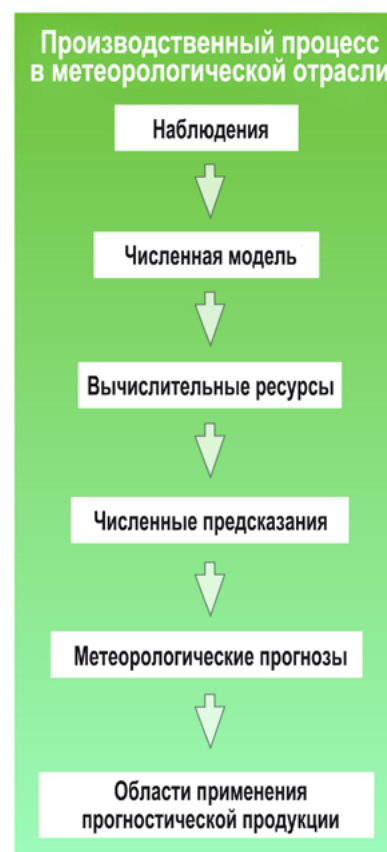
Это хорошая новость. Она означает, что имеется мощный стимул как для государственного, так и для частного секторов работать вместе в рамках более широкомасштабного и устойчивого партнерства. В этих условиях оба сектора могут извлечь выгоду; метеорологическая отрасль – это не игра, где может быть только один победитель.

Но растущее непонимание и даже недоверие в отношении соответствующих ролей государственного и частного секторов становятся препятствиями для дальнейшего прогресса их партнерства в рамках метеорологической отрасли. Необходимо значительно расширить взаимодействие двух секторов, чтобы устранить выявленные препятствия и изменить исходный менталитет. Формулировки миссии большинства организаций, участвующих в деятельности метеорологической отрасли, независимо от того из государственного они сектора или частного, очень похожи и сконцентрированы на необходимости повысить возможности прогнозов погоды в деле спасения жизней и защиты собственности. Недоверие возникает из-за недостатка знаний и ясности в отношении соответствующих ролей двух секторов и того, как им вместе работать с наибольшей эффективностью.

Эволюция роли государственного сектора

Показателем того, что в НМГС этим вопросам уделяется внимание, служит недавно принятая «Стратегия европейских НМГС», которая была согласована 35 европейскими НМГС. В Стратегии говорится, что, «Учитывая ожидаемый рост частного метеорологического сектора, необходимо зафиксировать четко определенные роли Европейских НМГС в отношении сбора данных, разработки моделей, научных исследований, предупреждений и оповещений при одновременном стимулировании сотрудничества с частным сектором».

Ключевая роль государственного сектора заключается в проведении долгосрочных научных исследований, необходимых, чтобы лучше понять погоду, и в использовании полученных знаний в алгоритмах построения моделей ЧПП. Частные компании признают, что метеорологическая



отрасль была построена и в дальнейшем должна строиться на инвестиции государственного сектора как в основные сети глобальных наблюдений, так и в базовые исследования и разработки. Однако частный сектор может вносить свой вклад в эти области, например, финансируя конкретные исследовательские проекты.

Для осуществления указанной функции государственного сектора необходимо убедить налогоплательщиков, то есть правительства, в необходимости обеспечивать финансирование. Частному сектору нужно активизировать усилия, чтобы обеспечить возможности для весомых аргументов в этой области. Многие правительства понимают, что в основе современной основанной на знаниях экономики лежат государственные инвестиции в науку и технику. Это инвестиции, которые окупаются, помимо прочего, в виде экономических выгод, получаемых за счет создания рабочих мест и материальных благ при использовании частным сектором научно-технических инноваций и за счет открытого доступа к данным государственного сектора. Очевидно, что это уже происходит в метеорологической отрасли, и это хорошая новость.

Некоторые представители государственного сектора обеспокоены появлением в частном секторе услуг по предоставлению данных наблюдений и возможностью того, что это может нарушить работу сегодняшнего глобального механизма, в соответствии с которым такие данные, оплачиваемые за счет национальных государственных инвестиций, предоставляются бесплатно через Всемирную службу погоды ВМО. Но наряду с рисками появляются и реальные возможности для производства многих других видов наблюдений. Компании частного сектора выразили свою поддержку резолюции 40 ВМО и стремление продемонстрировать качество своей продукции, а также желание взаимодействовать конструктивным образом. Чтобы смягчить эти риски, необходимо конструктивное и активное взаимодействие между государственным и частным секторами.

Роль в прогнозировании погоды

Еще одной областью, где необходимо более четкое понимание, является предоставление информации, полученной в результате оперативного ЧПП. Широкий поток информации, полученной с помощью моделей, можно использовать для прогнозов погоды для населения, а также для подготовки специализированной информации, нужной конкретным пользователям. Прогнозы погоды для населения предназначены для широкого применения, включая выпуск заблаговременного предупреждения

о надвигающихся суровых и опасных погодных условиях. Обычно они составляются на основе стандартизированных подкомплектов выходных данных моделей ЧПП. Специализированная информация, нужная конкретным пользователям, может быть подготовлена на основе этих стандартизированных выходных данных с использованием разнообразных средств, включая постпроцессинг/калибровку, интерпретацию прогнозиста и другие методы, обеспечивающие дополнительные характеристики. Но она также может быть подготовлена путем использования нестандартных выходных данных для выпуска конкретных прогнозов для конкретных областей применения/пользователей.

НМГС считают критически важным, чтобы они остались единым авторитетным источником в своих странах для предупреждения населения об опасных погодных условиях и для целей обеспечения национальной безопасности. С другой стороны, становится очевидным, что как НМГС, так и частные компании могут выпускать оперативные глобальные и региональные прогнозы ЧПП своими силами. Частные компании могут и на самом деле адаптируют информацию, полученную в результате ЧПП, для различных потребителей из частного сектора (а в действительности, и из государственного сектора). Частные компании, которые эксплуатируют оперативные модели ЧПП своими силами, могли бы выпускать оба типа специализированной информации, упомянутые выше. А в странах, испытывающих недостаток базовой инфраструктуры, организации не национального уровня, включая частные компании, имеют потенциальные возможности для выпуска также и прогнозов погоды для населения.

Взаимодополняемость

Поэтому думается, что возможно и желательно установить рыночные различия с определением взаимодополняющих ролей. Где это возможно, НМГС продолжат оказывать услуги населению, а также услуги в условиях чрезвычайной ситуации на национальном уровне, включая выпуск предупреждений, а компании частного сектора продолжат предоставлять специализированную информацию для бизнес-клиентов. Вновь конструктивный диалог представляется необходимым для уточнения соответствующих ролей, чтобы, как минимум, не допустить путаницы, возникающей в связи с наличием многочисленных источников прогнозов погоды.

Однако необходимо признать, что в отношении прогнозов погоды для населения дублирование уже имеет место, о чем свидетельствует огромное количество мобильных приложений, предоставляющих

информацию о погоде, при этом, возможно, население перестало отличать прогноз от предупреждения. Может быть для ВМО настало время рассмотреть подход, обеспечивающий гарантию качества, информируя население об изначальном качестве прогностических данных, используемых в различных приложениях.

Региональные различия

Глобальные рамки метеорологической отрасли не дают точного представления о больших региональных различиях. Уровень государственных национальных инвестиций сильно различается в зависимости от страны, так же как и уровень взаимодействия между государственным и частным секторами. Даже в странах, где государство вкладывает большие средства в метеорологическую отрасль, сформированная правительствами стран нормативная база, регулирующая функционирование НМГС в каждой стране, имеет существенные различия.

С другой стороны, многие развивающиеся страны борются за то, чтобы выделять достаточные государственные средства, чтобы обеспечить в стране возможности для прогнозирования погоды. Это означает, что у частных компаний, университетов и НМГС есть возможности для работы на транснациональной основе. Важно, чтобы в таких условиях базовая национальная инфраструктура как необходимый вклад в глобальную систему наблюдений была создана и поддерживалась во всех странах.

В заключение

Метеорологическая отрасль сегодня представляет собой глобальное государственно-частное партнерство, и, более того, по некоторым оценкам это – партнерство, в котором партнеры имеют примерно равные доли. Зависимость между государственным и частным секторами означает, что они не могут выжить, действуя каждый сам по себе. Инновации в технологиях наблюдений и вычислений и наличие частного капитала дают возможность компоненту метеорологической отрасли, которым является частный сектор, быстро развиваться. Более того, область глобального оперативного ЧПП также рассматривается как область, которая входит в сферу действия частного сектора. Но это можно успешно развивать только на основе инвестиций государственного сектора в научные исследования и разработки в области науки о погоде и в глобальную систему наблюдений.

Настоятельно необходим конструктивный диалог между руководителями, представляющими государственный и частный секторы, чтобы совместно проектировать развитие ситуации на благо

метеорологической отрасли в целом. Было бы наиболее полезно для обоих секторов, если бы нормой стала совместная работа, а не конкуренция. Конечно, есть проблемы, которые необходимо решать, и ВМО является именно той организацией, которая нужна, чтобы побуждать секторы к взаимовыгодной работе (см. итоги специального диалога, состоявшегося на заседании Исполнительного совета ВМО⁷).

Неотложность указанных действий обусловлена необходимостью выпускать более точные и надежные прогнозы погоды, чтобы еще более эффективно работать для спасения жизни людей и защиты инфраструктуры в связи с уязвимостью к воздействию опасных явлений погоды в условиях изменяющегося климата.

Последующие шаги по расширению сотрудничества между государственным и частным секторами

ВМО разработает стратегию сотрудничества между государственными и частным секторами на последующие 15 лет, чтобы охватить следующие аспекты:

1. Оценить опыт, передовые практики, возможности и риски, связанные с привлечением частного сектора;
2. Разработать проекты принципов для привлечения к участию частного сектора, основываясь на ключевых вопросах;
3. Предложить механизмы и структуры для содействия диалогу и консультациям с учетом глобальных, региональных и национальных особенностей;
4. Предложить возможные варианты организации управления государственно-частными партнерствами и указаний по подготовке руководящих материалов ВМО для ее Членов.

Выражение признательности

Автор хотел бы выразить благодарность Генеральному секретарю ВМО за приглашение принять участие в специальном диалоге в рамках сессии Исполнительного совета 15 июня 2016 г. Он также хотел бы поблагодарить Терезу Кондор, Питера Платцера, Сильвию Кастонгва и Ричарда Петтифера за ценные комментарии по проекту текста статьи.

Ссылки имеются в электронной версии

⁷ 68-я сессия Исполнительного совета ВМО: ИС-68/Doc.12(4) государственно-частные партнерства

Результаты КС-21 и МГЭИК

Джонатан Линн и Уэрани Забула, МГЭИК

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), предоставляющая политикам научную информацию об изменении климата, внесла большой вклад в Парижское соглашение по решению проблемы глобального потепления. В свою очередь Соглашение имеет серьезные последствия для работы МГЭИК. В данной статье рассматриваются эти последствия, а также то, какие меры предпринимаются МГЭИК для оказания содействия осуществлению Соглашения.

Что представляет собой МГЭИК?

МГЭИК была создана Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде с целью предоставления мировому сообществу четкого мнения о состоянии знаний об изменении климата и его потенциальных последствиях, связанных с окружающей средой и социально-экономическими вопросами. Для этого МГЭИК осуществляет обзор и оценку самой последней научной, технической и социально-экономической информации, полученной во всем мире и актуальной для понимания изменения климата, и предоставляет политикам оценку того, что известно и что неизвестно об изменении климата, и того, что в этой связи можно предпринять.

МГЭИК представляет собой уникальное партнерство между правительствами стран, которые являются членами МГЭИК, и научным сообществом, которое занимается подготовкой оценок. основополагающий принцип деятельности МГЭИК состоит в том, что ее работа является актуальной с точки зрения политики, но не предписывает проведение какой-либо политики.

МГЭИК и РКИКООН

Один из важнейших индикаторов актуальности работы МГЭИК с точки зрения политики заключается в использовании ее докладов во время международных переговоров по проблеме климата, таких как Конференция Сторон (КС) Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН). Как отмечается на веб-сайте РКИКООН, КС использует информацию, содержащуюся в

докладах МГЭИК, в качестве базовой информации о состоянии знаний об изменении климата при принятии научно обоснованных решений.

Так как деятельность Конвенции об изменении климата опирается на науку, МГЭИК работает в тесном взаимодействии со Вспомогательным органом для консультирования по научным и техническим аспектам (ВОКНТА) РКИКООН. В своем последнем Пятом оценочном докладе (ОД5) МГЭИК представила ВОКНТА свои выводы. МГЭИК также приняла участие в инициативах, касающихся структурированного экспертного диалога и диалога об исследованиях, которые обеспечили для участников переговоров глубокое понимание научных проблем и внесли вклад в переговорный процесс в период подготовки Парижского соглашения.

МГЭИК и Парижское соглашение

В Парижском соглашении, достигнутом на КС-21 в прошлом декабре, МГЭИК упоминается несколько раз. Соглашение нацелено на сокращение выбросов парниковых газов с тем, чтобы установить предел роста глобальной средней температуры намного ниже 2 °C сверх доиндустриальных уровней и приложить усилия для ограничения роста температуры до 1,5 °C. Эта цель будет достигаться посредством мер, принятых каждой страной, т. е. посредством определяемых на национальном уровне вкладов, которые регулярно будут пересматриваться. Каждая Страна должна регулярно предоставлять информацию об антропогенных выбросах парниковых газов из источников и их абсорбции поглотителями, используя методологии, принятые МГЭИК и согласованные с КС. В результате этого МГЭИК на своей 43-й сессии в апреле приняла решения доработать и обновить эти методологии к маю 2019 г. с тем, чтобы обеспечить твердую научную основу для будущих международных действий по климату, особенно в рамках Парижского соглашения. Работа в этом направлении уже ведется, и решение о структурном плане Методологического доклада, который дополнит Руководящие принципы МГЭИК 2006 г. по составлению национальных кадастров

парниковых газов, будет принято на 44-й сессии МГЭИК, запланированной на 17–20 октября.

В решении 1/КС.21 Парижского соглашения Стороны предложили МГЭИК выпустить к 2018 г. Специальный доклад о воздействиях глобального потепления на 1,5 °C сверхдоиндустриального уровня и о соответствующих траекториях глобальных выбросов парниковых газов. На 43-й сессии МГЭИК предложение было принято, и работа по подготовке специального доклада началась. Структурный план доклада будет одобрен на 44-й сессии МГЭИК в октябре 2016 г. Подготовка специального доклада будет завершена в сентябре 2018 г. своевременно для начального стимулирующего диалога, который обеспечит первый неформальный обзор в рамках процесса глобального подведения итогов.

Стороны также попросили ВОКНТА оказать консультационную помощь по вопросу о том, каким образом оценки МГЭИК могут служить информационным вкладом в глобальное подведение итогов осуществления Соглашения. В рамках Соглашения Стороны намерены провести первый неформальный обзор своих коллективных усилий, направленных на достижение поставленных целей в 2018 г., а начиная с 2023 г. они будут проводить глобальное подведение итогов каждые пять лет. Так как для глобального подведения итогов будут использоваться последние доклады МГЭИК в качестве одного из ее вкладов, МГЭИК также согласилась рассмотреть к 2018 г. вопрос о том, как лучше привести свою работу в период подготовки Седьмого оценочного доклада (которая будет осуществляться с 2023 по 2028 г.) в соответствие с потребностями процесса глобального подведения итогов. В мае во время летних заседаний РККООН в Бонне, Германия, будет проводиться специальное мероприятие ВОКНТА-МГЭИК, которое позволит провести открытый обмен мнениями между Сторонами и представителями МГЭИК по вопросу о том, каким образом оценки МГЭИК могут служить информационным вкладом в глобальное подведение итогов.

МГЭИК и 22-я Конференция Сторон

Во время заседаний КС-22 в Марракеше, Марокко, в ноябре МГЭИК организует два параллельных мероприятия. Первое мероприятие под названием «Доработка Руководящих принципов МГЭИК 2006 г.: Повышение транспарентности в поддержку Парижского соглашения» состоится во время обеденного перерыва 7 ноября. На этом параллельном мероприятии будет представлен и одобрен структурный план Методологического доклада, который дополнит Руководящие принципы МГЭИК 2006 г.

Вечером 14 ноября 2016 г. МГЭИК представит свой план работы на последующие 6 лет и покажет, каким образом планируемая продукция МГЭИК окажет поддержку осуществлению Парижского соглашения. Это параллельное мероприятие справедливо называется «Отклик на Парижское соглашение: Программа МГЭИК на грядущие годы». Это мероприятие даст возможность обсудить сроки, в которые МГЭИК подготовит различные виды продукции в период Шестого оценочного цикла. К их числу относятся три Специальных доклада, Методологический доклад и Шестой оценочный доклад (ОД6).



Председатель МГЭИК Хёсон Ли выступает во время мероприятия высокого уровня в рамках КС-21 в Париже, Франция, 7 ноября 2015 г.

Помимо Специального доклада о воздействиях глобального потепления на 1,5 °C сверхдоиндустриального уровня и о соответствующих траекториях глобальных выбросов парниковых газов, МГЭИК подготовит еще два Специальных доклада в 2019 г. Один доклад – об изменении климата, океанах и криосфере; другой – об изменении климата, опустынивании, деградации земель, устойчивом управлении земельными ресурсами, продовольственной безопасности и потоках парниковых газов в наземных экосистемах.

Вклады Рабочих групп в ОД будут подготовлены в 2021 г., а Обобщающий доклад ОД6 – в первой половине 2022 г., как раз вовремя, для того, чтобы КС использовала представленные выводы во время первого глобального подведения итогов, которое намечено провести в 2023 г.

20 лет влияния – работа в партнерстве по проблемам водных ресурсов

Стивен Доуни и Фредерик Пишке¹



Один несомненный факт относительно устойчивого развития заключается в том, что оно невозможно, если не принимать во внимание изменение климата. И если существует несомненный факт относительно изменения климата, то он заключается в том, что человечество не сможет адаптироваться к нему, если не примет во внимание необходимость рационального использования водных ресурсов. В сентябре 2015 г., когда 193 страны приняли в рамках Организации Объединенных Наций Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. и сформулированные в ней Цели в области устойчивого развития (ЦУР), эти два несомненных факта оказали такое большое влияние на принятие решений, что ЦУР 6 была посвящена проблеме водных ресурсов. ЦУР 6 говорит не только о насущной необходимости обеспечения чистой воды и санитарии для всех. Она охватывает весь спектр вопросов, касающихся рационального использования водных ресурсов, включая работу Глобального водного партнерства (ГВП) по осуществлению комплексного подхода к использованию водных ресурсов всеми экономическими секторами.

ГВП начало поддерживать правительства в применении межсекторального подхода к использованию водных ресурсов 20 лет назад (1996 г.), когда партнерство было учреждено. В 2002 г., когда ГВП стало межправительственной организацией, ВМО явилась одним из ее членов-учредителей, выразившим солидарность с подходом ГВП, который стал называться «комплексное использование водных ресурсов». Сегодня ГВП объединяет 85 национальных водных партнерств и более 3 000 институциональных членов и остается приверженной своему изначальному подходу к рациональному использованию водных ресурсов.

Осуществление межсекторального подхода к использованию водных ресурсов

Обычно инвестиции в водохозяйственный сектор распределяются среди многих учреждений и на различных уровнях правительства. В результате решения часто носят разобщенный и противоречивый характер, так как водопользование может находиться в сфере интересов таких министерств, как министерства сельского хозяйства, энергетики или торговли, для которых рациональное использование водных ресурсов не является первоочередной задачей. В результате сбалансированные решения представляются маловероятными, и по этой причине возникает потребность в комплексном, межсекторальном подходе к использованию водных ресурсов.

Посредством партнерства с участием многих заинтересованных сторон ГВП выступает в поддержку и содействует осуществлению планов по комплексному использованию водных ресурсов и эффективному водопользованию в соответствии с обязательствами правительств, принятыми на Всемирной встрече на высшем уровне по устойчивому развитию 2002 г. в Йоханнесбурге. Справочник *Catalyzing Change*²

¹ Глобальное водное партнерство

² www.gwp.org/en/ToolBox/PUBLICATIONS/Catalyzing-Change-Handbook1/

(Активизация изменений) и другие материалы ГВП обеспечивают страны нужными знаниями и предусматривают меры, необходимые для достижения целей, поставленных на Встрече на высшем уровне.

Также ГВП взяло на себя обязательства по выполнению программы континентального масштаба для поддержки 13 африканских стран в разработке и осуществлении планов комплексного использования водных ресурсов, которая завершилась в 2008 г. Один из многих усвоенных уроков заключался в том, что проблему рационального использования ресурсов необходимо включать в процессы национального развития, чтобы эффективно содействовать устойчивому развитию и искоренению бедности. Другой урок, который был положен в основу последующей программы, заключался в том, что развитие находится под угрозой, если не обеспечена устойчивость к изменению климата посредством более эффективного использования водных ресурсов.

Последующая Программа ГВП по воде, климату и развитию включала совместную Ассоциированную программу ВМО и ГВП по управлению паводками (АПУП) и Комплексную программу борьбы с засухой (КПБЗ). Совместные усилия, опыт и знания двух организаций содействовали осуществлению планов на уровне государств и общин. Десять стран Центральной и Восточной Европы, которые начали устранять пробелы в своем подходе к борьбе с засухой посредством Программы, уже отмечают очевидные выгоды. Источником знаний в этой работе являются *Guidelines for Preparation of the Drought Management Plans*³ (Руководящие принципы по подготовке планов по борьбе с засухой) и *Guidelines on Natural Small Water Retention Measures*⁴ (Руководящие принципы, касающиеся мер по сохранению и пополнению запасов воды с использованием природных процессов).

ГВП устраняет пробел между тем, что предоставляют поставщики климатической информации, и тем, что нужно политикам, специалистам по планированию и другим пользователям, таким как фермеры, для рационального использования водных ресурсов и тем самым вносит вклад в Глобальную рамочную основу для климатического обслуживания (ГРОКО). В Центральной Америке, например, ГВП учит метеорологов использовать стандартизированный индекс осадков (СИО), общепризнанный инструмент для мониторинга засухи. В 2015 г. этот индекс стал составной частью

климатических прогнозов, которые доводились до сведения соответствующих министерств. Следующий шаг состоит в том, чтобы разработать систему заблаговременного предупреждения о засухе с целью укрепления региональных возможностей в мониторинге засух и поддержки лиц, принимающих решения в соответствующих областях деятельности, особенно в сельском хозяйстве, рыболовстве, рациональном использовании водных ресурсов, управлении рисками и обеспечении продовольственной безопасности.

Другим примером являются усилия по повышению устойчивости к изменению климата на уровне общин. В Бурунди и Руанде ГВП объединило силы с заинтересованными сторонами, чтобы осуществить экспериментальный проект в трансграничном водосборном бассейне озера Сивоа, расположенном между двумя странами. Проект показал диапазон работы, которую необходимо выполнить, чтобы добиться перемен – это повышение информированности, вовлечение заинтересованных сторон, институциональное наращивание потенциала и включение в приоритетные задачи правительства. Проект позволил улучшить условия проживания и понизить уязвимость к изменению климата для 30 000 человек, проживающих на территории бассейна посредством бесприоритетных и малопроритетных мер, таких как введение в эксплуатацию установок для производства биогаза, обеспечение инфраструктуры водоснабжения, программы лесовозобновления.



Местные общины объединили усилия с властями, включая министра по вопросам водных ресурсов и окружающей среды для посадки деревьев с целью защиты буферной зоны озера Сивоа. Программа направлена на активизацию общин в реализации и поддержке инициатив по защите озера и одновременно на то, чтобы подчеркнуть важность комплексного использования водных ресурсов.

³ www.gwp.org/Global/GWP-CEE_Files/IDMP-CEE/Drought-Guidelines-GWPCEE.pdf

⁴ www.droughtmanagement.info/literature/GWP-CEE_Guidelines_Natural_Small_Water_Retention_Measures_2015.pdf

В последние 20 лет сеть ГВП играет ведущую роль в разработке осуществляемых странами политических мер, стратегий и планов, в рамках которых совместно рассматриваются вопросы водной безопасности и устойчивости к изменению климата. К числу примеров можно отнести Национальную стратегию реагирования на изменение климата в Зимбабве, Региональный план действий по комплексному использованию водных ресурсов в Центральной Африке и Стратегический план действий по обеспечению биоразнообразия в Камеруне. В результате миллионы людей получили пользу в связи с повышением водной безопасности.

Бездействие самый большой риск

Серьезные проблемы, конечно, остаются. Но самым большим риском является бездействие. В 2013 г. ГВП создало целевую группу из числа экономистов под руководством Оксфордского университета для проведения принципиально важного исследования под названием «Обеспечение водой, поддержание роста», результаты которого были опубликованы в 2015 г. В ходе исследования получены данные о том, что отсутствие водной безопасности обходится мировой экономике примерно в 500 млрд долларов США в год, причем в этой сумме не учитывается ущерб от воздействия окружающей среды. Если бы учитывался, суммарный убыток для мировой экономики мог бы составить 1 % или более мирового валового продукта (мировой ВВП). Например, ущерб от наводнений только для городского имущества оценивается в 120 млрд долларов США в год, а крупные засухи снизили рост мирового ВВП на душу населения на половину процентного пункта. В особо уязвимых экономиках 50-процентное сокращение ущерба от воздействия окружающей среды могло бы привести к 20-процентному росту мирового ВВП на душу населения за период в 30 лет. Инвестирование в обеспечение водной безопасности позволит смягчить многие из связанных с водной безопасностью потери и будет способствовать долгосрочному устойчивому росту.

... отсутствие водной безопасности обходится мировой экономике примерно в 500 млрд долларов США в год, причем в этой сумме не учитывается ущерб от воздействия на окружающую среду.



Высокий уровень воды и затопление улиц в г. Штайр, Австрия, служат примером ущерба от наводнений для городского имущества, который оценивается в 120 млрд долларов США в год.

ГВП и Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) включили результаты исследования в политическое заявление и представили его на заседании группы экспертов высокого уровня в рамках 7-го Всемирного форума по водным проблемам в Корее в апреле 2015 г. Заявление призывает правительства инвестировать в обеспечение водной безопасности, управление рисками, людей и партнерства и уделять особое внимание социальным рискам в бедных и уязвимых общинах.



Содействие достижению цели № 6

Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. нацелена на искоренение нищеты в течение жизни одного поколения. Для достижения этой амбициозной цели необходимы немедленные действия. На основе опыта и знаний, накопленных за 20 лет, ГВП окажет поддержку странам в достижении ЦУР посредством Механизма по обеспечению готовности к достижению ЦУР, связанных с водой. Механизм обеспечивает основу для создания объединений с партнерами-исполнителями, такими как ООН-Вода, Программа ПРООН Кэп-Нет, ВМО и другими.

Цель Механизма по обеспечению готовности к достижению ЦУР, связанных с водой, заключается в оказании практической поддержки 20–25 странам в достижении ЦУР 6, касающейся воды, и других связанных с водой ЦУР. Ожидаемые результаты включают следующее:

- Совершенствование политики, финансирования и мониторинга: совместно работать для обеспечения ориентации принципов национальной политики и планирования на достижение ЦУР; помогать странам в оценке финансирования для достижения ЦУР и в обеспечении доступа к финансированию из различных источников; совместно разработать и ввести в действие надежную систему глобального и национального мониторинга для целевых показателей, связанных с водой;
- Совершенствование знаний и потенциала: помогать странам в развитии навыков, позволяющих достичь целевых показателей, связанных с водой, и расширении знаний по вопросам, связанным с достижением ЦУР 6;
- Укрепление партнерств: расширять сеть ГВП, чтобы привлечь участников не из водохозяйственных организаций, деятельность которых в значительной степени связана с водными ресурсами; делиться опытом в рамках партнерств, чтобы расширить деятельность по достижению ЦУР.

В недавней Информационной записке о стратегическом позиционировании ГВП изложен амбициозный план ГВП по убеждению лидеров в том, что комплексное использование водных ресурсов является основанием продовольственной и энергетической безопасности, уменьшения масштабов нищеты, социальной стабильности и мира. ГВП привержено достижению связанных с водой ЦУР и целевых показателей как структурных элементов социальной справедливости, экономического процветания и сохранности окружающей среды.

ГВП привержено достижению связанных с водой ЦУР и целевых показателей как структурных элементов социальной справедливости, экономического процветания и сохранности окружающей среды.

Фотоочерк: женщины в метеорологии

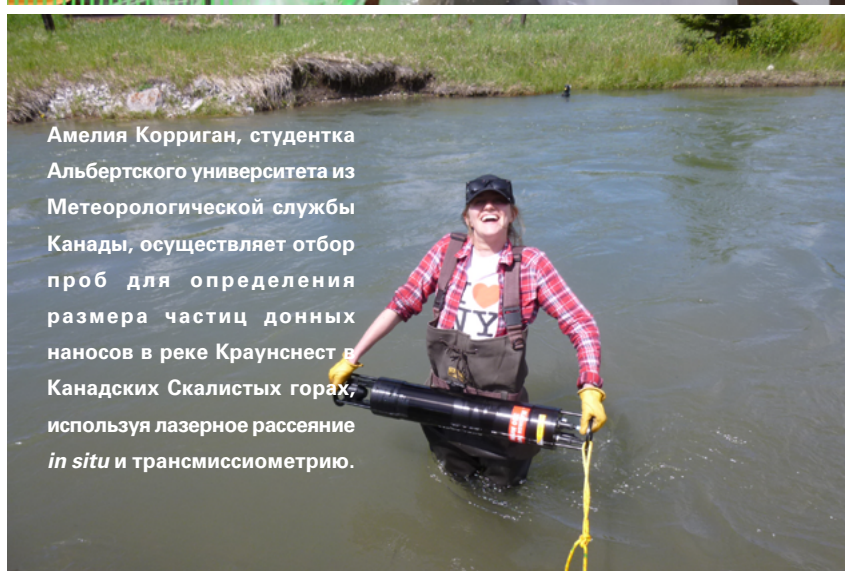


Луиза Кэрролл (метеоролог-наблюдатель) осуществляет запуск метеорологического зонда на научно-исследовательской станции на острове Маккуори в субарктической зоне.

Данкен Баллок



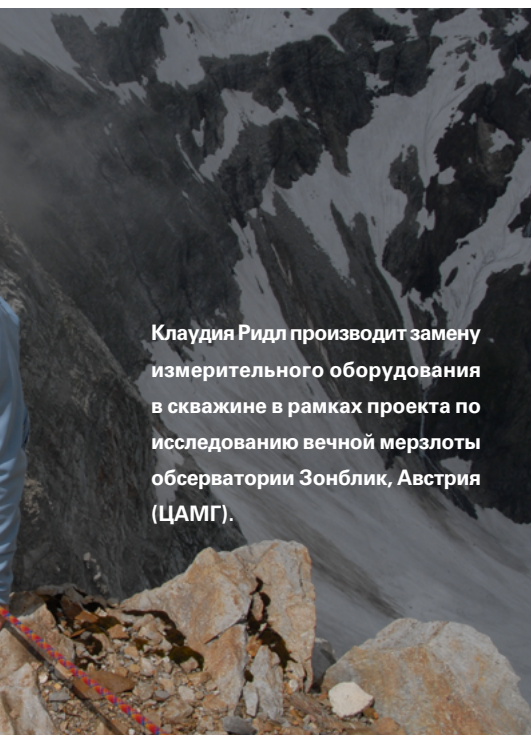
Отбор проб для проверки качества воздуха в Индонезийском агентстве по метеорологии, климатологии и геофизике



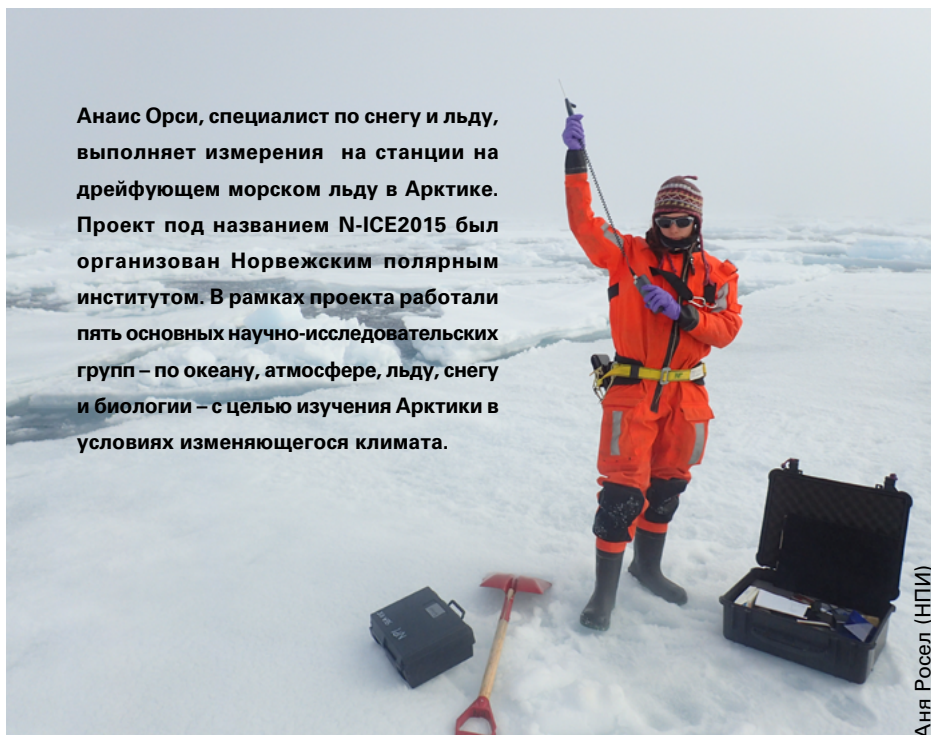
Амелия Корриган, студентка Альбертского университета из Метеорологической службы Канады, осуществляет отбор проб для определения размера частиц донных наносов в реке Краунснет в Канадских Скалистых горах, используя лазерное рассеяние *in situ* и трансмиссионную метрию.



Антонелла Сенезе, выпускница аспирантуры кафедры наук о Земле Университета Милана (УНИМИ), Италия, производит замену датчика ветра на леднике Пресена (Итальянские Альпы).



Клаудия Ридл производит замену измерительного оборудования в скважине в рамках проекта по исследованию вечной мерзлоты обсерватории Зонблик, Австрия (ЦАМГ).



Анаис Орси, специалист по снегу и льду, выполняет измерения на станции на дрейфующем морском льду в Арктике. Проект под названием N-ICE2015 был организован Норвежским полярным институтом. В рамках проекта работали пять основных научно-исследовательских групп – по океану, атмосфере, льду, снегу и биологии – с целью изучения Арктики в условиях изменяющегося климата.

Аня Росел (НПИ)



Метеоролог из Метеорологической службы Зимбабве принимает участие в работе по засеиванию облаков.



Диана Владимирова, инженер Лаборатории изменений климата и окружающей среды Отдела географии полярных стран Арктического и антарктического научно-исследовательского института; лауреат премии для молодых ученых Российской академии наук в 2015 г.

Инженеры АЭРОМЕТ
на метеорологической
площадке в аэропорту
Лагоса, Нигерия (НИМЕТ)



Биолог Мар Фернандес-Мендес готова к проведению подледного
эксперимента во время норвежской экспедиции N-ICE2015 в Арктике
в 2015 году.



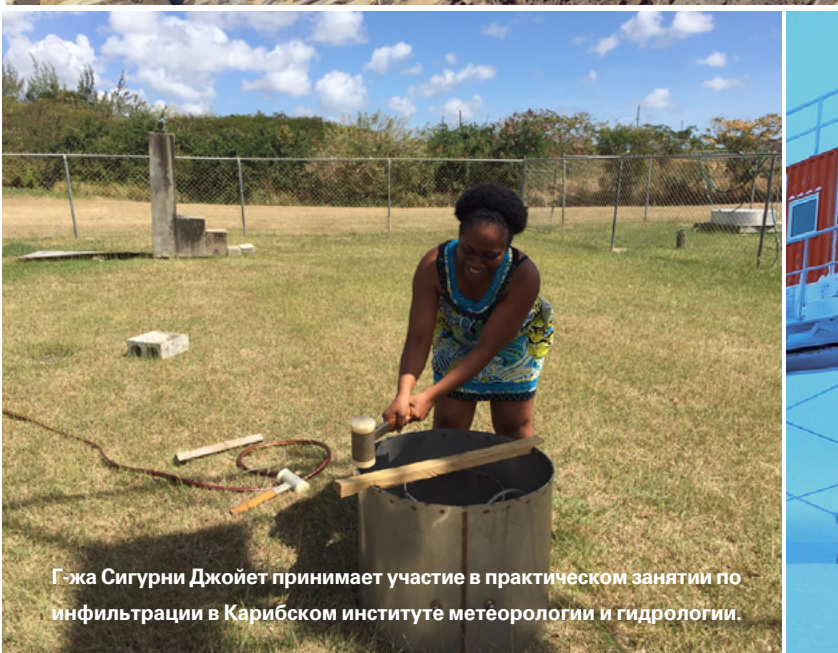
Элизабет Льюис, инженер-гидрометрист
Метеорологической службы Канады,
обслуживает водомерный пост для
гидрологических исследований на реке
Раггльз на участке ее выхода из озера
Хейзен на острове Элсмир в июне 2015 г.



Татьяна Стрелкова работает
на метеорологической
станции, расположенной на
высоте 2 300 м над уровнем
моря, во время Олимпийских
игр-2015 в Сочи.



Г-жа Сигурни Джойет принимает участие в практическом занятии по
инфильтрации в Карибском институте метеорологии и гидрологии.





Метеоролог следит за состоянием атмосферы на метеорологической станции в Булавайо, втором по величине городе Зимбабве, НИМЕТ.



Арктическая экспедиция в проливе Фрама (Росгидромет)



Хелен Филлипс устанавливает приборы по измерению турбулентности в океане во время шторма, экспедиция SOFINE.



Д-р Кэтрин Хеппнер, специалист в области химии атмосферы, на немецкой научно-исследовательской станции «Неумауер III» (Земля Королевы Мод, Антарктида) в составе зимующей группы 2012 г.



Пэм Жатанек, метеоролог Национальной метеорологической службы США, специализирующаяся на чрезвычайных происшествиях, направляется на вертолете к месту пожара.

Виртуальная лаборатория ВМО для образования и подготовки кадров в области метеорологических спутников

Джеймс Ф. Пардом¹, Фолькер Гартнер², Мая Куна-Парриш³ и Секретариат ВМО⁴

Высокие расходы и относительно низкая используемость являются основными вызывающими озабоченность проблемами для систем оперативных метеорологических спутников. В начале 90-х годов прошлого века Тиллман Мор, бывший в то время генеральным директором Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (ЕВМЕТСАТ), приблизительно подсчитал, что текущие расходы на группировку метеорологических спутников составляли порядка двух миллионов долларов США в день. Однако согласно исследованию ВМО, проведенному примерно в то же время, многие ее Члены не могли получить доступ и пользоваться спутниковыми данными и продукцией в реальном времени и, следовательно, не имели возможности получать выгоду от этих крупных инвестиций.

Виртуальная лаборатория ВМО для образования и подготовки кадров в области метеорологических спутников (ВЛаб), которая в этом году отмечает свое 20-летие, прошла длинный путь, чтобы исправить сложившуюся ситуацию. Сегодня на ВЛаб возложена задача помогать Членам ВМО работать с новым поколением спутников с более широкими возможностями для наблюдений, которые будут введены в эксплуатацию в течение 2015–2021 гг.

Определение концепции обучения

До середины 90-х годов прошлого века ВМО являлась основным международным поставщиком услуг по аудиторному обучению в области использования спутниковых данных и продукции. Однако охват учащихся был ограничен: в год обучалось примерно 20–30 человек. Даже развитые страны испытывали трудности в деле развития и поддержании навыков и знаний у персонала для использования традиционных и новых данных и продукции, например, полученных с геостационарных спутников, запущенных Китаем, ЕВМЕТСАТ, Японией и США. Кроме того, учебный материал и ресурсы имелись только на бумажных носителях, производить и распространять которые было дорого.

В 90-е годы прошлого века Группа экспертов по спутникам Исполнительного совета (ИС) ВМО под руководством г-на Мора изучила варианты решения этих вопросов. В ее заключительном отчете 1993 г. рекомендовано, чтобы Координационная группа по метеорологическим спутникам (КГМС), представляющая операторов спутников, и ВМО, представляющая специализированные региональные учебные центры⁵, осуществляли сотрудничество в рамках инициативы по организации совместного образования и подготовки кадров. На г-на Дональда Хинсмана (в то время начальника Бюро по деятельности ВМО в области спутников) и г-на Джеймса Пардома (в то время председателя Открытой группы по программной области по комплексным системам наблюдений Комиссии ВМО по основным системам) была возложена задача найти практическое решение, которое помогло бы привлечь большое количество Членов.

¹ Вышел на пенсию из Национальной службы по информации, данным и спутникам для исследования окружающей среды Национального управления США по исследованию океанов и атмосферы (НУОА)

² Вышел на пенсию из ЕВМЕТСАТ

³ ЕВМЕТСАТ

⁴ Джефф Уилсон (Бюро по обучению и подготовке кадров) и Лусиан Век (ВЛаб)

⁵ Позднее переименованные в показательные центры (CoEs)



ГУВЛ-3 в Боулдере, Колорадо, июнь 2007 г.

Передний ряд (слева направо): Фолькер Гартнер, Хуан Себаллос, Энди Квартенг, Дэниел Баррера. Средний ряд: Ханс-Петер Ресли, Ричард Френсис, Джефф Уилсон, Бернадетта Коннелл, Энтони Мостек. Задний ряд: Амаду Гарба, Джеймс Пардом.

В дальнейшем, в 1995 г., Региональный учебный центр ВМО в Коста-Рике провел курсы по применению спутниковых данных и продукции в университете Коста-Рики в Сан-Хосе, которые обеспечили решение вышеуказанной проблемы. Основная концепция состояла в том, чтобы использовать Интернет для привлечения преподавателей-специалистов со всего мира с целью оказания более эффективной поддержки Членам в использовании спутниковых данных и продукции. Слушатели курсов и преподаватели были полны энтузиазма и надеялись на то, что это позволит расширить круг пользователей и повысить уровень их подготовки и тем самым оправдает огромные инвестиции в спутниковые системы.

В дальнейшем эта концепция была усовершенствована и в декабре 2000 г. Китайский институт метеорологии в Нанкине (в настоящее время – Научно-технический университет в Нанкине) провел первое учебное мероприятие под эгидой ВЛаб. Во время этого мероприятия Бернадетта Коннелл из Объединенного института исследований атмосферы (CIIRA) использовала систему VisitView для трансляции своего сообщения из Нанкина на весь мир.

На первом совещании Группы управления ВЛаб (ГУВЛ-1) в мае 2001 г. были предприняты дальнейшие шаги по разработке оперативного плана, стратегии и сроков выполнения. На сопредседателей ВЛаб Ричарда Френсиса (EВМЕТСАТ) и Джеффа Уилсона (представлявшего в то время Учебный центр Австралийского бюро метеорологии) была возложена задача дальнейшего продвижения этой концепции. В связи с этим во время Учебного семинара по спутниковым приложениям в Азиатско-Тихоокеанском регионе в Мельбурне, Австралия, в мае 2002 г. состоялась первая глобальная дискуссия по вопросам погоды с использованием Интернета, в которой приняли участие представители США и Европы. Наряду с другими участниками, Рей Зер из СИРА, находясь

в городе Форт-Коллинз, представил 4 интерактивных лекции слушателям в Мельбурне и других региональных учебных центрах, подтвердив тем самым жизнеспособность удаленных интерактивных учебных презентаций в формате «вопрос-ответ».

В декабре 2003 г. на совещании ГУВЛ-2 было предложено проводить ежемесячные дискуссии по вопросам погоды и высокоприоритетные учебные мероприятия (ВУМ), которые продолжаются по сей день. На совещании также были разработаны технические требования для автоматизированного рабочего места ВЛаб, поскольку нехватка оборудования, программного обеспечения и учебных ресурсов не позволяет участникам обучать своих коллег по возвращении домой. Идея заключалась в том, чтобы изыскать финансовые средства для обеспечения переносными компьютерами всех участников. В 2005 г. ВМО при участии СИРА и с помощью гранта Национальной службы НУОА по информации, данным и спутникам для исследования окружающей среды смогла предоставить переносные компьютеры в комплекте с учебными материалами всем слушателям учебного мероприятия в Коста-Рике.

Инфраструктура ВЛаб

Помимо стандартной информационной технологии, имеющейся в большинстве стран, ВЛаб внедрила новые средства, такие как VisitView, SABA Centra, GotoMeeting и WebEx, которые позволяют проводить интерактивное обучение в показательных центрах и в национальных метеорологических и гидрологических службах (НМГС). Их возможности, эффективность и рентабельность позволили ВЛаб выполнять свои функции, а показательным центрам проводить учебные занятия на глобальном и региональном уровнях. ВЛаб поддерживает тесную связь с Бюро образования и подготовки кадров ВМО, что помогает обеим сторонам удовлетворять потребности их целевой аудитории.

Сеть ВЛаб: операторы спутников и показательные центры

Восемь операторов спутников

- Китайское метеорологическое управление (КМУ)
- Космическое агентство Аргентины деятельности (КОНАЕ)
- ЕВМЕТСАТ
- Бразильский национальный институт космических исследований (ИНПЕ)
- Японское метеорологическое агентство (ЯМА)
- Корейская метеорологическая администрация (КМА)
- Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы (НУОА)
- Росгидромет

Показательные центры

- Аргентина (Буэнос-Айрес и Кордова)
- Австралия (Мельбурн)
- Барбадос (Бриджтаун)
- Бразилия (Кашуэйра Паулиста)
- Китай (Пекин и Нанкин)
- Коста-Рика (Сан-Хосе)
- Кения (Найроби)
- Марокко (Касабланка)
- Нигер (Ниамей)
- Оман (Маскат)
- Республика Корея (Гвангжон)
- Российская Федерация (Москва и Санкт-Петербург)
- Южная Африка (Претория)

ВЛаб показала, что сообщество увлеченных людей может предложить эффективное, инновационное и очень экономически выгодное обучение посредством совместного использования и слаженной мобилизации национальных ресурсов.

Два ключевых достижения в период с 2006 по 2009 г. позволили ВЛаб выполнить свое обещание. Для координации и оказания помощи в организации мероприятий в режиме он-лайн и совещаний ГУВЛ был назначен специалист по техническому сопровождению. Это назначение произошло благодаря долгосрочному совместному финансированию со стороны операторов спутников КГМС через целевой фонд ВЛаб ВМО. Была разработана домашняя страница ВЛаб, на которой размещена вся необходимая информация и учебные материалы. Этот сайт служит платформой для сотрудничества и налаживания контактов, обеспечивая ссылки для связи с отдельными веб-страницами участвующих организаций.

Учебные мероприятия

Каждый показательный центр отвечает за проведение учебных мероприятий и обычно поддерживает одну или несколько региональных координационных групп, представляющих НМГС данного региона. С 2010 по 2014 г. ежегодно организовывалось свыше 50 аудиторных и виртуальных учебных мероприятий. Эти мероприятия проводились на всех языках ООН и на португальском языке, и пользу получали все регионы. Они включали регулярные метеорологические брифинги в режиме он-лайн, обзоры за неделю, региональное обучение и виртуальные «круглые столы». Активизация обучающей деятельности в режиме он-лайн в свою очередь увеличила число участников во всем мире.

ВЛаб также предоставляет Членам образование и подготовку кадров и в других областях. Например, во время проведения пятиязычного виртуального «круглого стола» по осуществлению компетенций в области авиационной метеорологии было установлено 212 соединений из 87 стран.

Будущие перспективы

ВЛаб продолжает развиваться для усовершенствования метеорологического, климатического и гидрологического обслуживания, предоставляя Членам возможность использования спутниковых данных и продукции.



Глобальная сеть ВЛаб (желтыми прямоугольниками обозначаются финансирующие спутниковые организации). Соединительные линии связывают показательные центры ВЛаб с поддерживающими их операторами спутников.

Она достигла двойной цели: более эффективное использование данных глобальной космической системы наблюдений и совместное использование знаний, опыта, методов и средств, связанных со спутниковыми данными, особенно в поддержку Членов, имеющих ограниченные ресурсы. ВЛаб показала, что сообщество увлеченных людей может предложить эффективное, инновационное и очень экономически выгодное обучение посредством совместного использования и слаженной мобилизации национальных ресурсов. Ее успех помог предоставить информацию для выработки предложения по организации глобального кампуса ВМО.

Для дальнейшего успеха очень важно постоянное сотрудничество ВЛаб с другими международными учебными и образовательными программами в области метеорологии. В ближайшие годы будет активизироваться сотрудничество с партнерскими организациями, такими как Европейская виртуальная организация по обучению в области метеорологии (ЕВМЕТКАЛ), международный учебный проект, спонсируемый ЕВМЕТСАТ (EUMETRAIN), СИРА и учебная программа КОМЕТ США, международная группа КАЛМет и Бюро образования и подготовки кадров ВМО. ГУВЛ и в дальнейшем будет опираться на существующие партнерства, и

выявлять возможности создания новых партнерств для обеспечения совместной оптимизации глобальных усилий в области подготовки кадров в периоды, когда ресурсы ограничены. Растет ожидание того, что будет создано больше открытых образовательных ресурсов (ООР) и предоставлено сообществу преподавателей-метеорологов для совместного пользования, а также того, что ВЛаб будет вносить свой вклад в деятельность глобального кампуса ВМО.

Спутниковые данные и продукция вносят ощутимый вклад в метеорологическое, климатическое и гидрологическое обслуживание, а также во все приоритетные области, определенные на Семнадцатом Всемирном метеорологическом конгрессе в мае 2015 г. Таким образом, ВЛаб предстоит сыграть все более заметную роль, особенно принимая во внимание сложные проблемы, которые влечет за собой появление нового поколения спутников в ближайшие годы. Мы рекомендуем нашим читателям прочесть следующую статью о новой спутниковой сети Himawari-8 и решениях, принятых для НМГС в плане доступа к ее данным и их использования.

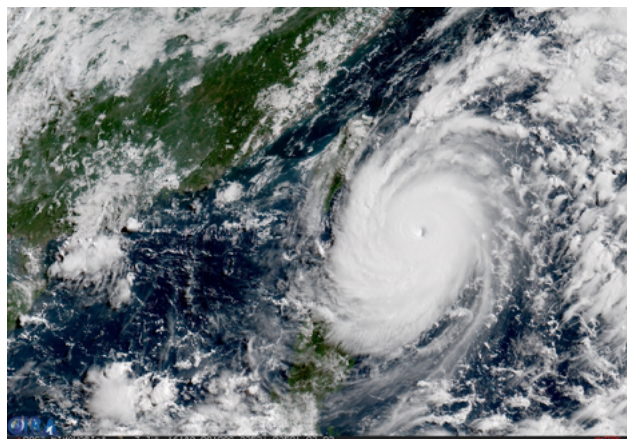
Проект HimawariCast: возможность использования потенциала новых спутниковых данных в Азиатско-Тихоокеанском регионе

Секретариат ВМО¹

Седьмого октября 2014 г. в 05:16 Всемирного скоординированного времени японский спутник Himawari-8 на ракете-носителе H-IIA стартовал с площадки № 1 стартового комплекса Есинобу космического центра Танегасима в Японии. Запуск прошел без сбоев, и спустя несколько недель спутник занял свое окончательное место на геостационарной орбите на высоте 36 000 км над экватором на 140,5° в.д., к северу от Папуа-Новой Гвинеи в западной части Тихого океана. Это был первый спутник нового поколения спутников, который начал работать во временном интервале 2015–2021 гг. Эти новые метеорологические спутники расширили возможности наблюдений, что принесет пользу национальным метеорологическим и гидрологическим службам (НМГС), а также поставит перед ними непростые проблемы. Чтобы оказать им содействие, ВМО и Японское метеорологическое агентство объединили усилия по выполнению проекта HimawariCast.

Польза спутниковых изображений

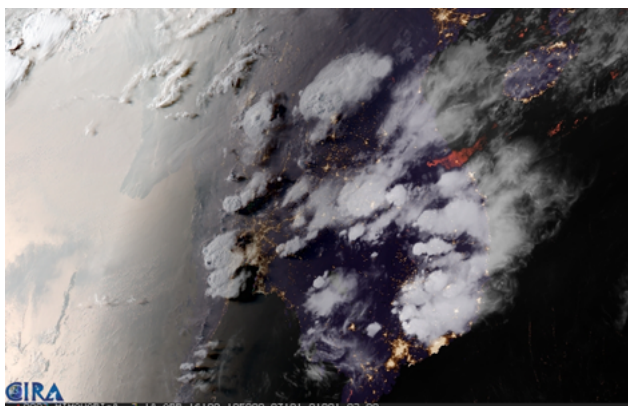
Геостационарные метеорологические спутники с высокой частотой предоставляют данные изображений для обширных территорий Земли и являются важнейшим средством наблюдения за развитием метеорологических систем из космоса. Они полезны для мониторинга быстро развивающихся метеорологических систем, таких как тропические циклоны, внетропические циклоны, суровые конвективные



системы, облака вулканического пепла, а также песчаные и пыльные бури. В Азиатско-Тихоокеанском регионе тайфуны и тропические циклоны являются опасными для жизни метеорологическими явлениями. Все НМГС постоянно стремятся совершенствовать свои системы заблаговременного предупреждения, чтобы более эффективно наблюдать за этими явлениями и обнаруживать их.

Изображения с геостационарных спутников являются дополнением к наземным радиолокационным системам наблюдения за осадками для мониторинга возникновения сильной конвекции. На самом деле наблюдения с геостационарных спутников обеспечивают более заблаговременное предупреждение о развитии сильной конвекции, поскольку интенсивные вертикальные движения в облаках становятся видимыми на спутниковых изображениях примерно за 15–30 минут до начала осадков. Геостационарные спутники также являются альтернативой в тех районах мира, где метеорологические радиолокаторы отсутствуют или находятся в неудовлетворительном состоянии.

¹ Аиз Алтуноглу, Микаэль Раттенборг, Куниюки Сидо, Рюдзи Ямада, Департамент развития региональной деятельности; Стефан Божински, Космическая программа, Департамент наблюдательных и информационных систем



Данные, полученные с низкоорбитальных спутников Земли, как правило, обеспечивают наиболее важный вклад в модели численного прогноза погоды (ЧПП), предназначенные для глобального и регионального прогнозирования. Однако научно-технические разработки за последние 25 лет позволили преобразовать данные изображений с геостационарных спутников в количественную продукцию, которая также оказала положительное влияние на модели ЧПП и, в частности, предоставила информацию по районам, где наблюдения производятся редко, таким как океаны и пустыни.

Китай, ЕВМЕТКАТ (Европейская организация по эксплуатации метеорологических спутников), Индия, Япония, Республика Корея, Российская Федерация и США поддерживают программы развития геостационарных спутников, находящихся над экватором, в рамках так называемого «геостационарного кольца». Они образуют оптимизированную глобальную систему, контролируемую спутниковыми организациями, совместно работающими в Координационной группе по метеорологическим спутникам (КГМС) и Космической программе ВМО, что способствует стандартизации обработки и распространению данных для обслуживания пользователей всего мира, и особенно Членов ВМО.

Сложные задачи

Замена существующей глобальной системы на новое поколение геостационарных спутников началась с запуска спутника Himawari-8. Ожидается, что Himawari-8, обладая повышенными возможностями для наблюдений с 16 диапазонами частот (каналами), повысит эффективность работы НМГС в Азиатско-Тихоокеанском регионе в самых разных областях, включая прогнозирование погоды, мониторинг климата, уменьшение опасности

стихийных бедствий и обеспечение транспортной безопасности.

Поскольку в конце 2015 г. предыдущее поколение спутников, MTSAT-2, должно было быть снято с эксплуатации, работа синоптиков с тех пор полностью зависела от данных со спутника Himawari-8. У НМГС было очень мало времени, чтобы научиться работать с данными Himawari-8. Подготовка и обучение в области обработки и использования данных Himawari-8 в этом регионе осуществлялись в жесткие сроки. Но более серьезная проблема заключалась в объеме данных, получаемых спутником Himawari-8: он превышает примерно в 50 раз объем данных, получаемых MTSAT-2. Каким образом НМГС могли осуществлять доступ и использовать этот сильно выросший объем данных, которые они стали получать?

Решение HimawariCast

ЯМА хотело обеспечить готовность НМГС Азиатско-Тихоокеанского региона к использованию данные изображений с нового спутника, который работает под контролем агентства. Первоначальный план относительно данных состоял в том, чтобы использовать облачный Интернет-сервис. Однако ЯМА быстро осознало, что вследствие огромных объемов данных и ограниченной пропускной способности Интернета на больших территориях Азиатско-Тихоокеанского региона это решение будет непригодно для некоторых НМГС.

ЯМА приняло решение дополнить доступ через Интернет спутниковой системой распределения, используя коммерческий спутник дальней связи и недорогую технологию приема данных DVB-S. Система, созданная по образцу очень успешной системы ЕВМЕТКАст, внедренной ЕВМЕТКАТ в 2003 г., получила название HimawariCast. Она будет обеспечивать подкомплет данных изображений Himawari-8, равнозначный данным, которые передавались прямо со спутника MTSAT-2.

Проект ВМО-ЯМА

Обычная система приема данных HimawariCast состоит из недорогих серийно выпускаемых компонентов с приемной антенной среднего размера (2,4 м). Даже

в этом случае многие НМГС, особенно небольшие, не могут покрыть эти расходы из-за ограниченного бюджета. Поэтому ЯМА и ВМО приняли решение инициировать и финансировать проект по установке систем приема и обработки данных HimawariCast в НМГС следующих 14 стран: Бангладеш, Камбоджа, Федеративные Штаты Микронезия, Кирибати, Монголия, Мьянма, Непал, Палау, Папуа-Новая Гвинея, Самоа, Таиланд, Тонга, Тувалу и Вьетнам.



Системы включают антенну приема спутниковых данных (диаметром 2,4 м), компьютер для сбора данных и отдельный компьютер для формирования и визуализации продукции.

В рамках этого проекта Комиссия по основным системам (КОС) ВМО совместно с Координационной группой по метеорологическим спутникам (КГМС) разработали передовые методы подготовки пользователей спутниковой информации. Департамент развития региональной деятельности ВМО и Космическая программа совместно с ЯМА и партнерами проекта взяли на себя ответственность за окончательные технические характеристики систем, выбор поставщика и контроль над тестированием и вводом в действие систем приема данных.

В апреле 2015 г. ВМО выбрала компанию Oriental Electronics, Inc. (ORI) в качестве поставщика, после чего приступили к планированию испытаний, установки и приемки систем. Компания ORI также посетила все

НМГС-получатели, чтобы убедиться в пригодности мест, где предполагается установить эти системы, и выявить то, что могло бы повлиять на их установку и работу. В ходе визитов отмечено активное строительство новой монорельсовой транспортной системы в Дакке (Бангладеш), которая окажет влияние на реализацию проекта, и признана необходимость в координации запланированного перемещения офисов НМГС в Монголии, Палау, Тонга и Вьетнаме. Однако основная озабоченность была связана с интеграцией HimawariCast с существующими системами и с необходимостью предоставлять прогнозистам в других местах доступ к продукции системы HimawariCast.

Критически важным фактором являлось время: той же весной HimawariCast начал регулярно передавать данные MTSAT-2. В июле 2015 г. ЯМА объявило, что HimawariCast-8 работает в оперативном режиме, после чего старые и новые системы распространения продолжали работать одновременно. Однако данные MTSAT-2 должны были поступать лишь до 4 декабря 2015 г. После этой даты спутник не мог больше находиться на своем расчетном месте, а НМГС не могли пользоваться его данными, поэтому было очень важно, чтобы новые системы HimawariCast к тому времени работали в полном режиме во избежание перерыва в предоставлении спутниковых данных для НМГС.

Тесное партнерство и согласованность деятельности между ВМО, НМГС, ЯМА и ORI дали отличные результаты. В настоящее время 9 стран пользуются системой HimawariCast. Остальные 5 стран получают ее к началу 2017 г. Помимо технической подготовки,



После поездок на места проводились приемочные испытания систем в помещениях ORI в Киото, которые по возможности сопровождались техническим обучением, позволяющим сотрудникам НМГС ознакомиться с системами.

предоставляемой ORI, ЯМА организует поездки экспертов в НМГС-получатели для проведения семинаров с целью добиться максимальной выгоды от использования данных спутника Himawari-8. До сих пор отзывы были весьма положительными.

Успех проекта HimawariCast обусловлен тем, что он позволяет решать проблемы от начала до конца, обеспечивая доступ к данным в режиме, близком к реальному времени, посредством спутникового вещания, облегчает сбор и обработку данных и обеспечивает полную подготовку сотрудников НМГС, как инженеров и технических специалистов, так и синоптиков, к работе с новыми системами. Как отметил Генеральный секретарь ВМО Петтери Таалас, «Совместные усилия ВМО и ЯМА по содействию в области приема и использования данных спутников нового поколения могут служить примером поддержки ВМО для других районов в ближайшие годы».

Наращивание потенциала очень важно для успешного внедрения новых спутниковых систем в регионах ВМО. ВМО и ЯМА будут оказывать помощь всем НМГС-получателям по обеспечению непрерывной работы систем HimawariCast в течение трех лет после истечения двухлетнего гарантийного срока для этих систем. Кроме того, ВМО и ее партнеры будут поддерживать участие представителей НМГС в ежегодной Конференции пользователей спутниковых метеорологических данных стран Азии и Океании, соответствующих учебных мероприятиях и совещаниях региональных групп пользователей спутниковых данных. Это поможет поддерживать высокий потенциал НМГС, достигнутый за счет проекта HimawariCast.

Бывший Генеральный директор ЯМА и постоянный представитель Японии при ВМО г-н Норитакэ Нишиде с гордостью заявил: «Я убежден, что новые системы, установленные в странах в рамках этого проекта, будут способствовать дальнейшему расширению возможностей в области раннего обнаружения и реагирования на суровые метеорологические явления в этих странах».



«Я горжусь тем, что мы имеем новую систему приема метеорологических спутниковых данных мирового уровня», – заявил г-н Сэмюэл Майя, директор Национальной метеорологической службы Папуа-Новая Гвинея.

**Совместные усилия
ВМО и ЯМА
по содействию
в области приема
и использования
данных спутников
нового поколения
могут служить
примером поддержки
ВМО для других
районов в ближайшие
годы.**

Связанное с погодой и климатом обслуживание фермеров в Индии

Л.С. Раторе¹ и Набансу Чаттопадия²



¹ Бывший генеральный директор по метеорологии, Департамент метеорологии Индии, Нью-Дели

² Заместитель генерального директора по метеорологии, Департамент метеорологии Индии, Пуна

Управление связанными с погодой и климатом рисками в сельском хозяйстве стало важной проблемой из-за изменения климата. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) особо отметила разнообразные связанные с климатом риски для сельского хозяйства и продовольственной безопасности, а также потенциал улучшенных систем заблаговременного предупреждения об опасных метеорологических и климатических явлениях для оказания помощи фермерам. Разумное использование метеорологической и климатической информации может помочь проводить более обоснованную политику, принимать решения на уровне учреждений и общин, снижающие соответствующие риски и расширяющие возможности, повысить эффективность использования ограниченных ресурсов и увеличить объем продукции растениеводства, животноводства и рыболовства. Национальные метеорологические и гидрологические службы (НМГС) играют важную роль в обеспечении мелких и крупных фермеров метеорологической и климатической информацией.

Однако НМГС потребуются реорганизация, новые ресурсы и подготовка кадров, чтобы предоставлять с учетом специфики конкретных мест и культур имеющие практическую ценность обслуживание и продукцию, связанные с погодой и климатом, которые объединяют имеющиеся технологии и накопленный опыт и позволяют преодолеть «последнюю милю», чтобы охватить всех фермеров. Агromетеорологическое консультативное обслуживание, предоставляемое Департаментом метеорологии Индии (ДМИ) Министерства землеведения, является небольшим шагом в этом направлении, цель которого – обеспечить «погодоустойчивую» фермерскую продукцию.

Агromетеорологическое консультативное обслуживание

В сельском хозяйстве источники рисков, связанных с погодой и климатом, многочисленны и разнообразны: ограниченные водные ресурсы, засуха, опустынивание, деградация земель, эрозия, град, паводки, ранние заморозки и многие другие. Эффективная метеорологическая и климатическая информация и консультативное обслуживание могут помочь фермерам принять правильные решения и лучше управлять соответствующими сельскохозяйственными рисками. Такое обслуживание может помочь разработать устойчивые и экономически рентабельные сельскохозяйственные системы, повысить объем и качество продукции, снизить потери и риски, уменьшить расходы, повысить эффективность использования воды, труда и энергии, сохранить природные ресурсы и уменьшить загрязнение сельскохозяйственными химикатами или другими веществами, способствующими ухудшению окружающей среды. Этим объясняется важность агromетеорологического

консультативного обслуживания, которое в настоящее время организовано на уровне округов в Индии.

Это обслуживание удовлетворяет потребности фермеров в реальном времени и помогает вырабатывать стратегии управления в области животноводства и растениеводства с учетом погодных условий и принимать меры, направленные на повышение производства сельскохозяйственных культур и продовольственной безопасности. Оно может оказывать огромное влияние на сельскохозяйственное производство, помогая фермерам пользоваться преимуществами благоприятной погоды и минимизировать пагубное влияние суровой погоды.

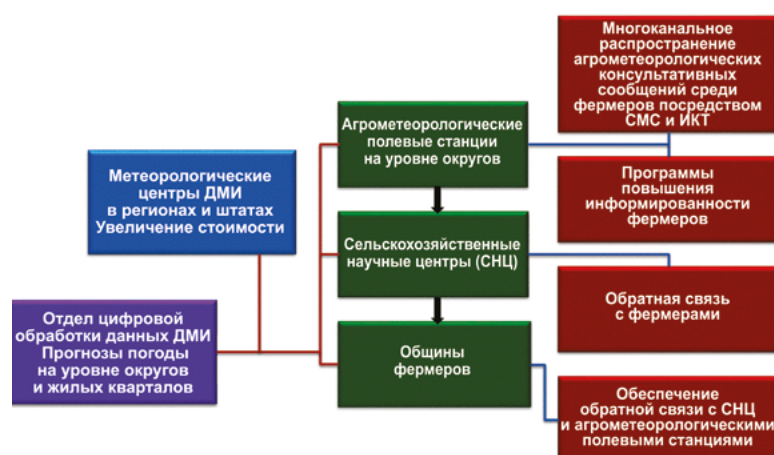
Создание структуры обслуживания

ДМИ начал осуществлять регулярное обслуживание фермеров, связанное с погодой, в 1945 г. в форме выпуска публикации под названием «Метеорологический бюллетень для фермеров» и радиопередач компании All India Radio (Всеиндийское радио) на региональных языках. В 1971 г. по рекомендации Национальной комиссии по сельскому хозяйству (НКСХ) ДМИ организовал агromетеорологическое консультативное обслуживание (АКО), являющееся универсальным средством, адаптированным для удовлетворения потребностей фермеров. Затем в 1975–1976 гг. Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) совместно с ДМИ и сельскохозяйственными организациями осуществило Эксперимент в области спутникового учебного телевидения (SITE), который помог выработать основанные на метеорологических данных агротехнические рекомендации применительно к данной культуре для различных районов страны. Это комплексное агromетеорологическое консультативное обслуживание получило дальнейшее развитие в 2007 г. и с тех пор постоянно совершенствуется.

Сегодня ДМИ осуществляет оперативную агromетеорологическую программу по всей стране в рамках пятиступенчатой структуры:

1. Орган планирования политики на высшем уровне в Дели;
2. Исполнение на уровне штаб-квартиры Национальной агromетеорологической службы в Пуне;
3. Координация и мониторинг со стороны агromетеорологических центров на уровне штатов;
4. Определение агromетеорологической зоны;
5. Консультативная деятельность на окружном или местном уровне и подготовка кадров в области управления входными данными для консультативного обслуживания.

Эта структура включает сельскохозяйственные университеты в штатах, институты Индийского совета сельскохозяйственных исследований и индийские



Общая схема оперативного агрометеорологического консультативного обслуживания в Индии (ИКТ – информационно-коммуникационные технологии)

ПЧПП: продукция численного прогноза погоды

ИСРС: интерактивная система речевой связи

СНЦ: сельскохозяйственные научные центры

технологические институты. Без нее агрометеорологическое консультативное обслуживание на уровне округа не было бы устойчивым.

Выпуск и распространение

Прежде всего, фермер нуждается в количественном прогнозе погоды, составленном для конкретной местности. С июня 2008 г. ДМИ начал выпускать количественные прогнозы погоды на уровне округов, касающиеся осадков, максимальной и минимальной температуры, скорости и направления ветра, относительной влажности и облачности, а также предупреждения с заблаговременностью до 5 дней и еженедельный прогноз суммарных осадков. Эта продукция, наряду с другой информацией, с добавленной стоимостью два раза в неделю направлялась на 130 агрометеорологических полевых станций (АМПС) для подготовки рекомендаций окружного уровня.

Для применения прогнозов погоды с целью подготовки рекомендаций по конкретным культурам необходимо определить пространственную область действия, временной диапазон и точность. На уровне округа такие рекомендации разрабатываются с учетом информации о погоде за предшествующий срок, прогноза на 5 суток и агрометеорологической сводки на основе метеорологических данных, включая информацию о вредителях и болезнях. Фенологические стадии развития растений включены в рекомендации по конкретным культурам, чтобы обеспечить руководство для фермеров в области агротехнических приемов. Вся эта информация направлена на то, чтобы помочь фермерам добиться максимальных результатов и предотвратить частичную гибель или полную потерю урожая. Агрометеорологическое консультативное обслуживание также имеет механизм обратной связи с группой конечных пользователей, что помогает прогнозистам в округах еще точнее адаптировать свои услуги.

Например, информация для анализа и поддержки принятия решений включает сведения о том, как справляться

с вредителями, когда имеется прогноз относительной влажности, повышения или понижения температур или очень сильного или слабого ветра, как организовывать процесс орошения на основе прогнозов осадков и изменчивых температур, как защитить сельскохозяйственную культуру от теплового стресса, если есть прогноз экстремальных температур и т. д. Эти сведения также помогают фермерам планировать применение химических удобрений, составлять график орошения, предупреждать вспышки болезней и нашествие вредителей и проводить многие другие связанные с погодой сельскохозяйственные мероприятия – от выбора сорта культурного растения до дат сева, высадки, операций со многими культурами, сбора урожая и послеуборочных работ. Согласно последнему опросу, проведенному Национальным советом прикладных экономических исследований (НСПЭИ), 93 % фермеров-респондентов признали надежность численного прогноза погоды и заявили, что они пользовались этой информацией при принятии решений на разных стадиях земледелия от посева до сбора урожая.

Такая имеющая практическую ценность метеорологическая информация в обязательном порядке направляется фермерам, и отчеты о производительности показали значительное увеличение урожая и, следовательно, объема продовольствия и доходов. Исследование показало, что агрометеорологическое консультативное обслуживание позволило снизить затраты на выращивание до 25 % для изученных сельскохозяйственных культур. В некоторых случаях предварительные результаты показали увеличение затрат до 10 %, но последующий рост чистой прибыли до 83 % с лихвой возмещает эти затраты. Наибольший эффект получен в отношении таких культур, как рис, пшеница, просо, фрукты и овощи. Социально-экономические выгоды оцениваются в размере 7,575 млрд долларов США в год, и предполагается возможность их увеличения до 32 млрд долларов США, если все фермерское сообщество страны будет пользоваться агрометеорологическим консультативным обслуживанием в своей сельскохозяйственной деятельности.



Информационно-просветительская деятельность среди пользователей

Агрометеорологическое информационное обслуживание использует три канала распространения – средства массовой информации, групповые информационно-просветительские кампании и индивидуальные контакты, чтобы охватить больше фермеров. В настоящее время около 19 млн фермеров подписаны на получение информационных сообщений в форме СМС, но все еще существует потребность в более широком распространении обслуживания и убеждении фермеров в устойчивости положительного влияния обслуживания в долгосрочной перспективе.

Групповые информационно-просветительские кампании укрепляют использование обслуживания в фермерских общинах и помогают фермерам быть более уверенными в себе в вопросах погоды и климата, влияющих на сельскохозяйственную продукцию. Они также позволяют фермерам лучше адаптироваться за счет совершенствования навыков планирования и процесса принятия решений в области управления. Для предоставления климатической и метеорологической информации и повышения уровня осведомленности этих групп пользователей принят подход, основанный на широком участии и охватывающий смежные дисциплины.

ДМИ, сельскохозяйственные университеты в штатах, институты Индийского совета сельскохозяйственных исследований (ИССХИ) и индийский технологический институт, работая с местными неправительственными организациями (НПО) и другими заинтересованными организациями, совместными усилиями организовали эти групповые информационно-просветительские кампании в разных частях страны. Фермеры получают информационные бюллетени и проспекты с методическими рекомендациями по земледелию, основанными на метеорологических данных; информацию об агротехнических приемах возделывания культур в округе; информацию о вредителях и болезнях, неблагоприятной погоде, культурах, которые могут выращиваться в стрессовых условиях, и планах действий на случай непредвиденных обстоятельств; информацию об окружающем агрометеорологическом бюллетене – и все это предоставляется на местных языках. Пять пластиковых осадкомеров предоставлены наиболее продвинутым фермерам, участвующим в кампании, чтобы усовершенствовать взаимосвязь между поставщиками

консультативных услуг и пользователями и создать местную дождемерную сеть или сеть на уровне деревни. Благодаря осадкомерам фермеры участвуют в сборе метеорологических данных, которые используются в подготовке агрометеорологического консультативного обслуживания. Такие просветительские кампании организуются на совещаниях фермерских клубов, во время научных командировок, при проведении фермерских полевых школ и т. д.

Планы на будущее

Для дальнейшего повышения востребованности такого обслуживания предложено организовать агрометеорологическое консультативное обслуживание на местном уровне. Для развития этого обслуживания будут использоваться прогнозы погоды высокого разрешения на местном уровне. В последние три года в отдельных районах штата Махараштра проводится экспериментальное исследование. Для каждого района ДМИ выпускает пятидневный прогноз погоды по осадкам, максимальной и минимальной температуре, облачности, максимальной и минимальной относительной влажности, скорости и направлению ветра, используя модели численного прогноза погоды с разрешением 25 и 9 км². Точность этих прогнозов составляет приблизительно 70 %. Они используются для разработки агрометеорологического консультативного обслуживания, предназначенного для конкретной культуры и конкретной местности. На экспериментальных участках отмечалось существенное повышение продуктивности зерновых культур, семян масличных растений и овощей. Эти прогнозы местного уровня позволили получить дополнительную выгоду в размере до 13 % по сравнению с консультативными прогнозами окружного уровня. Прогноз погоды и предупреждения повысили безопасность жизнедеятельности сельского сообщества в экспериментальном районе.

Еще предстоит пройти долгий путь. Доходы фермеров от сельскохозяйственного производства могут возрасти еще больше за счет снижения потерь и бедствий. Это – трудная задача для правительства, ДМИ и других заинтересованных организаций. ДМИ поставил перед собой задачу дальнейшего повышения точности прогнозов погоды и имеет намерение сделать агрометеорологическое консультативное обслуживание более полезным и ориентированным на потребности фермеров. Он также попробует свои силы в подготовке среднесрочных прогнозов погоды высокого разрешения и рекомендаций, которые касаются вопросов животноводства, птицеводства и рыболовства.

Приоритетная задача ДМИ и ВМО состоит в том, чтобы продолжать поддерживать агрометеорологическое консультативное обслуживание в странах Южной Азии. Выгоды для фермеров и вклад в продовольственную безопасность и развитие экономики страны поддаются количественной оценке. Инвестиции окупаются несколько раз в тех странах, где можно организовать эффективное специализированное агрометеорологическое обслуживание.

Влияние изменения климата на авиацию: интервью с Гербертом Пюмпелем

Секретариат ВМО



За последние 40 лет усилия по уменьшению расхода топлива и, следовательно, выбросов углекислого газа (CO_2) в авиации были впечатляющими. Благодаря оперативным мерам, наряду с новыми системами управления воздушным движением, а также новыми технологическими концепциями, имеется потенциальная возможность для дальнейшего уменьшения выбросов CO_2 . Комиссия по авиационной метеорологии (КАМ) поддерживает усилия заинтересованных сторон в области авиации по организации работы в условиях изменения климата.

На сессии в июле 2014 г., которая частично проводилась одновременно со специализированным совещанием Международной организации гражданской авиации (ИКАО) по метеорологии, КАМ приняла решение создать экспертную группу для рассмотрения некоторых сложных задач, стоящих перед авиацией, которые связаны с атмосферными науками и климатом. Глобальный аэронавигационный план ИКАО и блочная модернизация авиационной системы обеспечили 15-летнюю перспективу развития глобальной системы управления воздушным движением, предназначенной для того, чтобы помочь отрасли справиться с неотложными проблемами роста воздушного движения и связанного с ним влияния на окружающую среду. Метеорологические и климатологические научные сообщества могут поддержать эту перспективу, предоставляя

свои самые лучшие оценки потенциального влияния изменения климата. Эта информация позволила бы заинтересованным авиационным организациям принимать обоснованные решения. В то время как ИКАО будет принимать соответствующие меры по снижению выбросов, связанных с ее отраслью, ВМО будет поддерживать долгосрочные стратегии адаптации заинтересованных авиационных организаций.

Герберт Пюмпель, председатель экспертной группы КАМ по науке, авиации и климату, является представителем ВМО в Комитете ИКАО по охране окружающей среды от воздействия авиации (САЕР) с 2000 г. Его объяснения потенциального влияния изменения климата на полеты играют важную роль в повышении интереса заинтересованных авиационных организаций к связанным с климатом рискам для авиатранспортного сектора. В этом интервью г-н Пюмпель дает нам представление о том, как могут осуществляться полеты в изменившихся атмосферных условиях в ближайшем будущем.

Определены ли стоящие перед авиацией сложные проблемы, связанные с изменением климата?

Вопрос влияния изменения климата на авиацию рассматривался в свете Четвертого (2007 г.) и Пятого (2014 г.) оценочных докладов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Цель состояла в том, чтобы определить влияние на авиацию, которая является важной частью транспортной отрасли. Однако ощущалась потребность выйти за рамки интерпретации «общих» результатов, представленных в двух оценочных докладах, и выявить конкретные научные проблемы и проблемы пользователей, которые необходимо рассматривать в рамках специализированных исследований. Такие целевые исследования выполняются несколькими учеными, и в настоящее время мы можем различать воздействия, вызванные крупномасштабными явлениями, а также мелкомасштабные и микромасштабные воздействия.

Каковы последствия крупномасштабных явлений, связанных с общим повышением температур?

Установлен научно обоснованный факт воздействий повышенных приземных температур на авиацию, который основан на четком понимании физических процессов, вовлеченных в повышение этих температур. Предполагаемые максимальные значения повышенных температур в сочетании с повышенными значениями удельной влажности в некоторых районах могли бы оказать серьезное влияние на взлетные характеристики в высоко расположенных аэропортах или аэропортах с короткими взлетно-посадочными полосами, ограничивая грузоподъемность или потребление топлива.

Эти воздействия потребуют проведения более детальных анализов для различных регионов, но особое беспокойство они доставят аэропортам, расположенным на возвышенной местности в субтропиках. На традиционный метод планирования вылета дальних авиарейсов на более прохладные вечерние и ночные часы в некоторых регионах (высоко расположенные аэропорты на Ближнем Востоке, в Центральной и Южной Америке) дальнейшее влияние будет оказывать сокращение периода ночной прохлады, при котором часто наблюдается высокая облачность, частично обусловленная долго сохраняющимися конденсационными следами самолетов. В этих случаях эффект нагрева, вызываемый перистыми облаками, возникающими по причине конденсационных следов, который замедляет радиационное охлаждение в ночной период, может представлять собой дополнительную проблему. В некоторых районах это может еще больше сократить и без того ограниченное время работы.

Что касается крупномасштабных явлений, какую опасность для воздушного транспорта представляет подъем уровня моря?

Подъем уровня моря, являющийся следствием повышения температур, обусловленный увеличением таяния ледяных шапок и ледников и тепловым расширением океанов, достаточно хорошо изучен и документально подтвержден. В регионах с сильными муссонами тропические циклоны, подъем уровня моря и штормовые нагоны, связанные с более интенсивными внетропическими циклонами, будут представлять угрозу для жизнедеятельности аэропортов в прибрежных районах, если не будут приняты защитные меры. Очень интенсивные осадки, связанные с циклонами, могут усугубить эти факторы влияния в этих районах. Интенсивные осадки могут привести к наводнениям там, где дождевой сток напрямую сталкивается с ливневыми волнами, как, например, экстремальные наводнения, произошедшие в Мьянме во время

прохождения тропического циклона «Наргис». Для эффективного планирования новых аэропортов в таких районах требуются гидрологическая, климатологическая и техническая экспертизы.

Зависит ли авиационная отрасль от глобальных климатических явлений, таких как Эль-Ниньо, и какие меры адаптации могут быть приняты?

Оказалось, что детальный анализ явления Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНСО), выполненный на основе последнего поколения климатических моделей, поддерживает выводы палеоклиматических исследований, которые указывают на рост интенсивности Эль-Ниньо. Эту тенденцию можно увидеть на примере Эль-Ниньо 2015/2016. Такие высокоамплитудные воздействия Эль-Ниньо повлияют на многие регионы мира, усугубляя экстремальные засухи и волны тепла. Все эти экстремальные ситуации окажут сильное негативное влияние на все виды транспорта, включая авиацию.

Однако, чтобы понять роль сезонных, межгодовых и десятилетних колебаний, таких как ЭНСО, Северо-атлантическое колебание и другие повторяющиеся явления, потребуется значительно больше усилий в области исследований. Учитывая огромное количество данных, полученных на основе прогнозов с помощью климатических моделей, первоначальным подходом к пониманию будущего состояния климата стал анализ нового квазиравновесного состояния, спрогнозированного на конец XXI века, когда климат станет более теплым в соответствии с повышением уровня CO₂. Это новое равновесное состояние описано на основе широтных и региональных средних значений температуры и осадков за продолжительные периоды времени, чтобы выделить противоречивые сигналы. Однако у многих прогнозов на основе климатических моделей при сравнении с текущим климатом обнаруживаются заметные отклонения по некоторым районам и параметрам, например по температурам экваториальной части Тихого океана.

Меры адаптации должны учитывать будущее среднее состояние климата, а также локальные и региональные экстремальные явления, которые могут происходить в ближайшие десять или несколько десятков лет. Эти экстремальные явления уже могут отражать типичные условия, хотя ожидалось, что такие условия будут наблюдаться регулярно лишь в конце текущего столетия.

Чтобы предоставить заинтересованным сторонам обоснованные научные рекомендации, научному сообществу потребуется заняться рассмотрением типичных сценариев и попытаться описать последствия, связанные с этими сценариями. В качестве примера можно рассмотреть новые данные о режимах высокоамплитудного низкочастотного атмосферного

потока в годы отсутствия Эль-Ниньо. Например, действуя над Восточной Атлантикой и Европой, эти режимы привели к парадоксальному распространению интенсивных снегопадов и низких зимних температур на восточном побережье Северной Америки и больших территориях Европы. По контрасту с этими данными наблюдалось значительное смещение к северу западных струйных течений с очень мягкими температурами в годы экстремального явления Эль-Ниньо, что, вероятно, ближе к тому, что давали более ранние основанные на средних значениях прогнозы (интенсивные осадки и сильные ветры в северных широтах и засуха в Средиземноморье). Преобладание продолжительных периодов квазистационарных планетарных волн большой амплитуды может сохраняться даже в эти годы.

Что Вы можете сказать о потенциальных воздействиях более мелкомасштабных локальных явлений, которые влияют на безопасность полетов?

Научные исследования будущих воздействий изменения климата на авиацию сталкиваются с проблемой, заключающейся в том, что многие метеорологические явления со значительными воздействиями и последствиями связаны с пространственными и временными масштабами, значительно уступающими по величине тем масштабам, которые реализованы в современных прогностических моделях. Эта проблема становится еще более очевидной при использовании климатических моделей со значительно более низким разрешением, поэтому для получения, как минимум, статистически надежных результатов для мелко- и микромасштабных явлений потребуются интеллектуальные методы даунскейлинга, статистическая последующая обработка и более передовые методы использования концептуальных моделей. Это касается метеорологических явлений со значительными воздействиями и последствиями, таких как конвекция и связанные с ней явления от низкоуровневого сдвига ветра до града и ударов молний, турбулентности при ясном небе (CAT) и турбулентности орографических горных волн, а также турбулентности вблизи верхней границы грозы, обледенения и низкоуровневого сдвига ветра, плохой видимости и низкой облачности.

Здесь может помочь более четкое понимание физики зарождения мелкомасштабных вращательных движений в атмосфере, которые способствуют уменьшению вертикального сдвига ветра, который испытывают на себе члены экипажа и пассажиры в виде турбулентности различной интенсивности. Например, хотя CAT происходит на уровне микромасштаба, наши знания физики сообщают нам, что генерирующий эту турбулентность сдвиг ветра обусловлен явлениями значительно более крупных

масштабов. Поэтому существует возможность решить эту проблему с помощью современного поколения метеорологических и климатических моделей. Чтобы лучше понять эти мелкомасштабные воздействия, требуются более фундаментальные научные исследования. Для этого нужны более качественные наблюдения за атмосферой и оперативные данные с самолетов (например, о турбулентности).¹



Еще одна область исследований касается изменения поведения атмосферных струйных течений в ответ на изменение климата. Струйное течение на средних широтах в каждом полушарии возникает и поддерживается за счет разницы температур между холодными полярными районами и теплыми тропиками. Климатические модели, спутниковые наблюдения и физическая теория предполагают, что эта разница температур подвержена сложным изменениям. Она уменьшается на уровне земли из-за потепления полярных районов, но возрастает на крейсерской высоте полета из-за охлаждения нижней стратосферы. Один из возможных вариантов состоит в том, что изменения в преобладающих характеристиках струйных течений могут изменять оптимальные маршруты полетов, продолжительность полетов и расход топлива. Другой возможный вариант состоит в том, что увеличение сдвига в струйных течениях на крейсерской высоте полета может уменьшить устойчивость атмосферы и увеличить вероятность появления CAT.

Существуют ли какие-либо исследования, в которых установлена связь других опасных для авиации явлений, таких как обледенение или песчаные/пыльные бури, с изменением климата?

Обледенение самолета традиционно считается проблемой для гражданской авиации, и в частности

¹ Исследования об изменениях режима CAT с итоговыми результатами проведены Полом Уильямсом и Маноджем Хоши (www.met.rdg.ac.uk/~williams/publications/nclimate1866.pdf)

для местных авиалиний, самолеты которых имеют ограниченную мощность двигателей и несовершенные противообледенительные устройства. Тем не менее для прогноза будущих сценариев необходимо лучше понять это явление. Наличие крупных переохлажденных капель при диапазоне температур от -4 до -14 °C зависит от ряда условий. К таким условиям относятся наличие большого количества водяного пара, мезомасштабные полосы восходящих потоков воздуха и ограниченная концентрация соответствующих аэрозолей, выполняющих функцию ядер конденсации, которые способствуют образованию крупных переохлажденных капель.

Тенденция общего потепления и увеличение влажности на некоторых широтах при более активной динамике потока – все это указывает на повышенную вероятность появления условий, благоприятных для обледенения. Благодаря повышенным температурам они также приводят к распространению вверх верхней границы слоев обледенения.

Обледенение на высоких широтах вызвано образованием сосулек большой плотности при очень низких температурах (ниже -50 °C) вблизи верхних границ конвективных облаков с содержанием льда более 5 граммов на 1 м^3 воздуха. Вероятно, оно растет при более интенсивных кучево-дождевых облаках и повышении тропопаузы за счет повышенных температуры и влажности тропических воздушных масс. Оказывается, что наиболее экономичные современные авиационные двигатели (работающие на бедных смесях) являются более чувствительными к этим явлениям по сравнению со старыми, надежными, но потребляющими больше топлива турбинами.

Возможное увеличение числа и интенсивности песчаных и пыльных бурь, обусловленное более длительными засухами и, возможно, более сильными ветрами на субтропических широтах, потребует тщательного анализа влияния на безопасность и регулярность полетов. Появляются данные о том, что из-за перехода к более экономичным двигателям (в частности, для того, чтобы уменьшить удельный расход топлива) рабочие температуры в камерах сгорания наиболее современных двигателей превысили $1\,600$ °C. При таких температурах силикаты, содержащиеся в типичных песчаных и пыльных бурях, будут таять при всасывании в двигатель и, таким образом, так же, как и вулканический пепел, будут влиять на требования к рабочим характеристикам и техническому обслуживанию.

Следует ли авиатранспортной отрасли заниматься управлением рисками, связанными с изменением климата?

Авиация подвержена влиянию метеорологических явлений не только на земле, но и на уровнях вплоть

до верхней тропосферы и нижней стратосферы. Вероятно, авиация имеет самую прочную в транспортной отрасли традицию отдавать приоритет обеспечению безопасности, и поэтому является основным кандидатом на разработку рационального и сбалансированного управления рисками.

В случаях крупномасштабных бедствий авиация, возможно, является единственным надежным средством реагирования и оказания помощи. Например, представляется нереальным содержать или ремонтировать сотни и тысячи километров дорог или железнодорожных веток в районах, подвергшихся наводнениям, оползням, пожарам или бурям, чтобы облегчить жизнь и оказать помощь пострадавшим. Поэтому в рамках мер адаптации и управления рисками особое внимание необходимо обратить на укрепление инфраструктуры авиации для обеспечения надежного и устойчивого механизма оказания помощи.

Каким образом КАМ и авиационное сообщество планируют превратить аналитические оценки в эффективные рекомендации?

Международным организациям, таким как ИКАО или Европейское агентство по безопасности полетов, необходимо разработать инструктивную документацию и модели передовой практики для поддержки управления рисками. Эти организации должны привлечь все заинтересованные стороны – от операторов, пилотов, начальников аэропортов и фирм-изготовителей до правительств и руководителей службы госнадзора по технике безопасности. Многодисциплинарная работа ученых совместно с экспертами по оперативной деятельности и по безопасности могла бы внести вклад в подготовку проектов такой инструктивной документации. Важно, чтобы инструктивная документация регулярно пересматривалась и обновлялась с тем, чтобы отражать возникающие и меняющиеся статистические данные о климате.

В последние месяцы и годы члены более широкого сообщества, включая заинтересованные стороны, такие как Комитет ИКАО по охране окружающей среды от воздействия авиации, Евроконтроль, Международный совет аэропортов и производители самолетов и авиационного оборудования, находятся в тесном контакте. Все больше представителей заинтересованных сторон разделяют мнение о необходимости проведения в ближайшем будущем многодисциплинарного рабочего семинара для выработки рекомендаций по адаптации.

Наблюдения за водяным паром

Эд Длугокенки¹, Сандер Хаувелинг², Руд Дирксен³, Марк Шредер⁴, Дейл Херст^{1,5},
Пиерс Форстер⁶ и Секретариат ВМО⁷

Те, кто ставит под сомнение важность изменения климата, порой утверждают, что сокращение выбросов двуокиси углерода (CO_2) в атмосферу будет иметь незначительный эффект, поскольку преобладающим парниковым газом является водяной пар. Если это так, зачем так сильно беспокоиться по поводу CO_2 и других парниковых газов? Наблюдения, выполненные в рамках программы Глобальной службы атмосферы ВМО (ГСА), помогли более подробно исследовать эту проблему.

Некоторые атмосферные газы, такие как водяной пар и CO_2 , поглощают и вновь излучают инфракрасную энергию из атмосферы на поверхность Земли. Этот процесс, известный как парниковый эффект, приводит к тому, что средняя приземная температура на 33°C превышает ту, которая была бы при отсутствии этого эффекта. Если бы не парниковый эффект, средняя температура на Земле была бы прохладной и составляла -18°C . Однако именно неконденсирующиеся или долгоживущие парниковые газы – в основном CO_2 , но также метан (CH_4), закись азота (N_2O) и галоуглеводороды (ХФУ, ГФХУ, ГФУ) – выступают в качестве движущих факторов парникового эффекта. Водяной пар и облака создают быстродействующую обратную связь, т. е. водяной пар быстро реагирует на изменение температуры посредством испарения, конденсации и выпадения осадков.

Эта ярко выраженная обратная связь водяного пара означает, что при сценарии, учитывающем увеличение концентрации CO_2 в два раза по сравнению с доиндустриальным периодом, водяной пар и облака в глобальном масштабе приводят к росту тепловой энергии, и этот вклад примерно в три раза превышает вклад долгоживущих парниковых газов. Поэтому, оценив способность захватывать тепло, выделяемое с поверхности Земли, приходим к выводу, что водяной пар и облака вносят самый большой вклад в потепление. Количество водяного пара в атмосфере непосредственным образом связано с количеством CO_2 и других долгоживущих парниковых газов, которые демонстрируют тенденцию к росту.

Мы не можем напрямую контролировать количество водяного пара в атмосфере, поскольку вода находится повсеместно на нашей планете – она покрывает 71 % поверхности Земли. Чтобы ограничить количество водяного пара в атмосфере и контролировать температуру Земли, мы должны ограничить выбросы парниковых газов, в отношении которых мы на деле можем что-то предпринять, т. е. CO_2 и других долгоживущих парниковых газов.

ГСА осуществляет наблюдения за водяным паром, поскольку он является важной составной частью атмосферы, играя заметную роль в климатической системе как активный парниковый газ и источник формирования облаков. Водяной пар также важен как химическое соединение, как в тропосфере, будучи источником гидроксильного радикала – наиболее важного окислителя в тропосфере, так и в стратосфере, где он влияет на истощение озона, особенно в полярных районах.

Измерение водяного пара

Водяной пар в атмосфере можно измерить с помощью разнообразных методов и наблюдательных платформ. Эти наблюдения главным образом используются для численного прогноза погоды, мониторинга и исследований климата и химии атмосферы. Водяной пар измеряется

¹ Лаборатория по изучению системы Земли Национального управления по исследованию океанов и атмосферы (НУОА) США

² Нидерландский институт космических исследований (SRON)

³ Ведущий центр Опорной сети аэрологических станций (ГРУАН) Глобальной системы наблюдений за климатом (ГСНК), Метеорологическая служба Германии (DWD)

⁴ Метеорологическая служба Германии (DWD)

⁵ Объединенный институт исследований в области наук об окружающей среде (CIRES), Колорадский университет

⁶ Школа наук о Земле и окружающей среде, Лидский университет

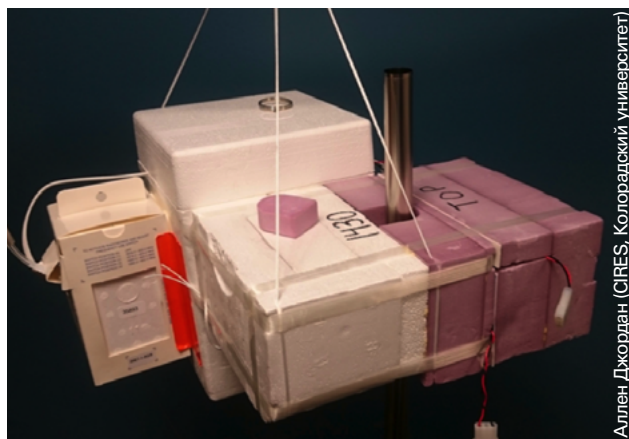
⁷ Оксана Тарасова, руководитель, и Гейр Браатен, старший научный сотрудник, Глобальная служба атмосферы

приборами *in situ*, установленными на аэростатах и самолетах, и удаленно спутниковыми и наземными датчиками.

Различные методы измерения водяного пара включают использование следующих приборов:

- пассивные микроволновые датчики, установленные на платформах на полярной орбите;
- инфракрасные датчики, которые являются основой для формирования самых длинных рядов спутниковых данных с использованием приборов для профилирования и зондирования водяного пара;
- устройства формирования изображений в ультрафиолетовом, видимом и ближнем ИК-диапазонах спектра (методы извлечения данных в дневное время, которые используют два канала и обеспечивают высокое пространственное разрешение (~1 км));
- лимбовое зондирование – метод зондирования различных слоев атмосферы посредством наблюдения по касательному лучу, не пересекающему поверхность Земли;
- радиозонды, широко используемые приборы для зондирования *in situ*, которые обеспечивают высококачественные профили относительной влажности (помимо других переменных) с пока что непревзойденным вертикальным разрешением ~5 метров; ежедневно в мире запускаются около 1000 радиозондов. Установленные на радиозондах датчики влажности дают качественные данные о влажности в большей части тропосферы. Однако необходимо внести важные коррективы в их измерения влажности в верхней тропосфере и стратосфере;
- установленные на аэростатах конденсационные гигрометры, использующие охлаждаемое зеркало, температура которого тщательно контролируется при точке замерзания;
- наземные приборы, позволяющие проводить полунепрерывное зондирование воздушной массы над фиксированной местностью;
- различные дальнемагистральные самолеты гражданской авиации, оснащенные датчиками для измерения пара.

Выявлению тенденций в наблюдаемом водяном паре в атмосфере препятствуют неоднородности в рядах данных, возникающие в случае прерывания программ измерений, например, из-за ограничения продолжительности работы спутников или недостаточного документального подтверждения или непонимания изменений в приборном обеспечении. Другой проблемой является объединение записей



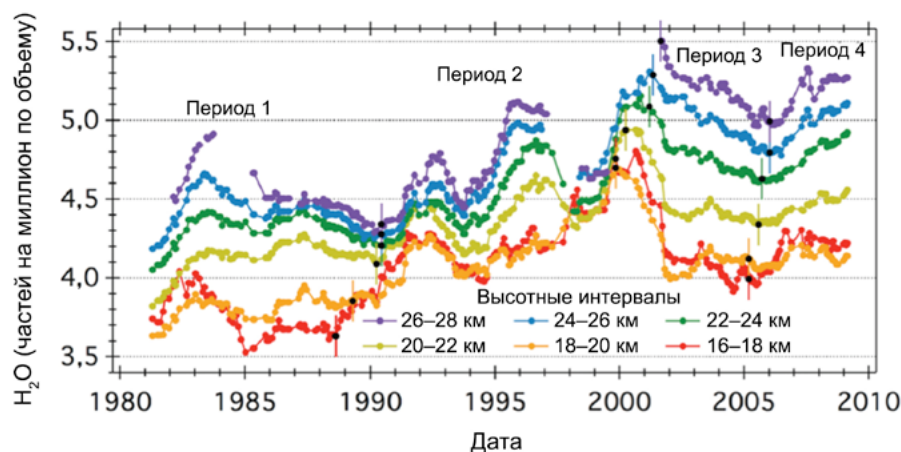
Аллен Джордан (CIRES, Колорадский университет)

Аппаратура для зондирования на аэростате, состоящая из конденсационного гигрометра НУОА (КГ, на переднем плане), озонного зонда с электрохимическим концентрационным элементом (ЭКЭ) (на заднем плане) и радиозонда InterMet (слева). Воздухопускной патрубков из тонкой нержавеющей стали расположен на верхней стороне гигрометра. Такой же патрубок прикрепляется к нижней стороне прибора перед запуском.



Аллен Джордан (CIRES, Колорадский университет)

Эмрис Холл (CIRES, Колорадский университет) готовится запустить аэростат, оснащенный КГ НУОА, озонным зондом с ЭКЭ и радиозондом, с испытательного полигона Маршалла в Боулдере, штат Колорадо.



Тренды стратосферного водяного пара над городом Боулдер (Колорадо) указывают на фактическое увеличение водяного пара в стратосфере за 30 лет. (По данным Hurst et al., 2011)

различных приборов, которые не согласуются между собой. Примером служит несоответствие между записями спутниковых приборов HALOE и MLS. Тем не менее наблюдения показывают устойчивое увеличение общего содержания водяного пара в вертикальном столбе атмосферы, а также суммарное увеличение содержания водяного пара в стратосфере за 30-летний период.

Водяной пар в климатических моделях

Во второй половине XX века количество водяного пара в стратосфере показало тенденцию к суммарному увеличению, но с 2000 г. наблюдались периоды как его роста, так и уменьшения (Nedoluha et al., 2013). В настоящее время нет полного понимания всех механизмов, вызывающих изменения водяного пара в стратосфере. Перенос газов из тропосферы в стратосферу в основном происходит через тропическую тропопаузу. За счет низких температур в этой части атмосферы воздух становится замороженно-высушенным, и в стратосферу поступает очень мало воды. Важным источником водяного пара в стратосфере фактически является окисление метана, переносимого вверх из тропосферы. Предполагается, что будущее потепление вследствие изменения климата и повышение концентраций метана приведут к увеличению количества водяного пара в стратосфере.

Увеличение количества водяного пара в верхней тропосфере и нижней стратосфере (ВТНС) приводит к радиационному выхолаживанию на этих уровнях и вызывает потепление на поверхности. Результаты последних анализов показывают, что потепление на поверхности Земли может реагировать на субчасти на миллион (ppm) в отношении изменений объема водяного пара в нижней стратосфере. Исследования показали, что 10-процентное уменьшение объема водяного пара в стратосфере между 2000 и 2009 гг. замедлило скорость повышения глобальной приземной температуры за этот период примерно

на 25 % по сравнению со скоростью повышения, которая имела бы место при воздействии только CO₂ и других парниковых газов.⁸ Более ограниченные данные предполагают, что количество водяного пара в стратосфере, возможно, увеличилось между 1980 и 2000 гг., и это могло бы повысить скорость потепления на поверхности земли за 10 лет в течение 1990-х годов примерно на 30 % по сравнению с оценками, не учитывающими эту возможность. Эти результаты показывают, что водяной пар в стратосфере является важным фактором глобального изменения климата на поверхности земли.

При отсутствии глобальных трехмерных наблюдений за водяным паром для проверки правильности расчетов на основе численных моделей часто используется продукция глобального реанализа. Два широко используемых комплекта данных реанализа – это комплект данных, подготовленный НАСА по результатам современного ретроспективного анализа для исследований и применений (MERRA), с его новейшим вариантом MERRA2 и комплект данных, подготовленный Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП) по результатам промежуточных реанализов (ERA Interim).

Последнее исследование показало, что данные реанализа об атмосферном водяном паре на больших высотах, который играет важную роль в парниковом эффекте, являются не настолько точными, как думали ранее. Данные о водяном паре для области ВТНС из этих комплектов данных реанализа сравнили с данными о водяном паре, полученными с помощью микроволнового

⁸ Solomon, S., K.H. Rosenlof, R. Portman, J. Daniel, S. Davis, T. Sanford, and G.K. Plattner (2010), Contributions of stratospheric water vapour to decadal changes in the rate of global warming (Вклад стратосферного водяного пара в изменение скорости глобального потепления за 10 лет), Science, 327, 1219–1223, doi: 10.1126/science.1182488.

лимбового зонда (Microwave Limb Sounder (MLS)), установленного на спутнике AURA. Эти спутниковые данные не использовались для получения продукции указанных реанализов, поэтому они представляют собой независимый комплект данных, пригодный для проверки правильности. В процессе исследования обнаружено, что результаты реанализов достаточно сильно отличаются от данных наблюдений MLS, переоценивая глобальное среднегодовое количество водяного пара в верхней тропосфере примерно на 150 %. В вертикальном направлении перенос водяного пара через тропическую тропопаузу (16–20 км), согласно результатам реанализов, происходит быстрее примерно на 86 % по сравнению с наблюдениями MLS. В тропической части нижней стратосферы (21–25 км) средний вертикальный перенос, по данным ЕЦСПП, происходит на 168 % быстрее по сравнению с оценкой MLS, тогда как по данным MERRA и MERRA2, скорость вертикального переноса составляет не более 10 % от значений, полученных MLS. В горизонтальном направлении на уровне 100 гектопаскалей (гПа) как наблюдения с помощью MLS, так и результаты реанализов показывают более быстрый перенос к полюсу в северном полушарии по сравнению с южным. По сравнению с данными наблюдений MLS горизонтальный перенос водяного пара, по данным MERRA и MERRA2, происходит на 106 % быстрее в северном полушарии, но примерно на 42–45 % медленнее в южном полушарии. По данным ЕЦСПП, горизонтальный перенос происходит на 16 % быстрее в обоих полушариях по сравнению с данными наблюдений MLS.

Чтобы еще более усложнить эти расхождения, следует отметить, что данные о водяном паре, полученные MLS, показывают «сухое» отклонение на 10–20 % в тропической части верхней атмосферы по сравнению с данными конденсационных гигрометров, запущенных на метеорологических зондах в г.Хило, штат Гавайи, и г. Сан-Хосе, Коста-Рика, (Dale Hurst, 2016). «Сухие» отклонения в данных MLS могут незначительно уменьшить «влажные» отклонения в комплектах данных MERRA и ERA Interim относительно данных MLS.

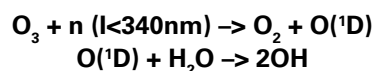
Такие большие расхождения между различными типами данных наблюдений и между результатами наблюдений и реанализов свидетельствуют о наличии значительной неопределенности в измерениях, а также о нашем недопонимании процессов переноса и обезвоживания в области ВТНС. Они также свидетельствуют о крайней необходимости повышать количество и качество наблюдений за водяным паром в этой области. Как было отмечено в разделе об измерениях, работе современных систем наблюдений мешают различные недостатки,

такие как ограниченная продолжительность работы спутников и недостаточное пространственно-временное распространение аэростатных и наземных измерений. Например, в мире существует лишь одно место (Боулдер, штат Колорадо), где имеются временные ряды аэростатных измерений водяного пара в области ВТНС за более чем 30 лет.

Модели, применяемые для прогноза климата в будущем, используют данные реанализа, чтобы убедиться в правильности моделирования современного климата. Следовательно, отсутствие точных данных о водяном паре в важной области ВТНС ограничит способность этих моделей прогнозировать будущий климат.

Водяной пар как химическое соединение

Помимо того, что молекулы воды выступают в роли парникового газа и являются источником образования облаков, они также участвуют в химических реакциях в атмосфере. Наряду с озоном, водяной пар является важным источником формирования высокоактивного гидроксильного радикала (ОН). Радикал ОН является важнейшим окислителем в нижней атмосфере, выполняя функции основного поглотителя многих парниковых газов (например, CH_4 , гидрохлорфторуглеродов (ГФХУ), гидрофторуглеродов (ГФУ)) и загрязняющих веществ (например, СО и неметановых углеводородов). В чистом воздухе радикал ОН образуется в процессе следующих двух реакций:



Концентрация ОН в атмосфере зависит от количества озона и водяного пара. Продукция ОН также зависит от количества озона наверху, поскольку это определяет количество коротковолновой радиации, которое необходимо для расщепления молекулы озона.

В то время как тропосфера является достаточно влажной, стратосфера очень сухая, где обычно коэффициент смешения водяного пара составляет ≤ 5 частей/млн. Это означает, что в стратосфере обычно нет облаков. Однако если температура опускается ниже -78°C , может образоваться особый тип облаков смешанной капельножидкой и кристаллической структуры и азотнокислых облаков ($\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). На поверхности частиц льда происходят химические реакции, которые превращают безопасные соединения «резервуара» хлора (хлористый водород HCl и нитрат хлора ClONO_2) в химически активные формы (окись хлора ClO), которые разрушают озон.

Повышение концентраций водяного пара наряду с понижением температуры в стратосфере, что также является следствием изменения климата, приведут к увеличению количества таких облаков, а это послужит причиной более сильного истощения озона, которое будет продолжаться до тех пор, пока концентрация озоноразрушающих газов будет оставаться высокой.



Перламутровые облака в стратосфере на высоте 20–25 км над землей образуются в подветренных волнах, когда дуют сильные западные ветры над Норвежскими горами. Цвета обусловлены дифракцией вокруг частиц льда, образующих эти облака. Несмотря на их красоту, они служат предвестниками разрушения озона вследствие преобразования пассивных галогенных соединений в активные виды, разрушающие озон.

Нерешенные проблемы в области наблюдений водяного пара

Глобальное распределение водяного пара в верхней тропосфере и стратосфере не очень хорошо изучено из-за недостатка наблюдений с высоким вертикальным разрешением в этой области атмосферы. В некоторых случаях существуют значительные расхождения между спутниковыми данными, данными конденсационных гигрометров и результатами метеорологических реанализов. Необходимо иметь более точные данные с более широким географическим охватом. Наблюдаемые временные тренды в стратосферном водяном паре недостаточно понятны, и это свидетельствует о том, что мы не можем понять, как водяной пар поступает в стратосферу. Именно этими проблемами будет заниматься ГСА в будущем.

Ссылки имеются в электронной версии.

Вклад Проекта по сравнению совмещенных моделей в науку о климате

Дэвид Карлсон¹ и Вероника Эйринг²

Проект по сравнению совмещенных моделей (ПССМ) Всемирной программы исследований климата (ВПИК) служит фундаментальной основой для международного исследования климата. Процесс осуществления этого Проекта представляет собой замечательный образец научно-технического сотрудничества десятков центров по моделированию климата, в котором участвуют 1 000 и более исследователей. Последовательность этапов выполнения ПССМ составила фундамент и создала возможности для параллельной подготовки серии оценочных докладов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Открыто признается, что Пятый оценочный доклад во многом опирается на пятый этап ПССМ. Данный краткий обзор планирования, предполагаемых возможностей и хода выполнения текущего, шестого, этапа ПССМ (ПССМ6) покажет его вклад в науку о климате³.

Мотивация и выгоды

Хотя в настоящее время проекты по сравнению моделей кажутся обычными, эта концепция впервые возникла, когда центры по моделированию атмосферы во всем мире приступили к реализации совмещенных моделей океана и атмосферы в целях изучения климата. Необходимость совместного использования и сравнения выходных данных этих моделей была быстро признана. Однако легче озвучить задачи, чем их выполнять: надо было определить постоянный организованный набор

протоколов и механизмов наряду с процессом разработки и поддержки самой координации и необходимых средств для проведения сравнения. В ответ на эти требования рабочая группа ВПИК по сопряженному моделированию инициировала ПССМ. Своевременная поддержка со стороны Программы по диагностике и взаимным сравнениям климатических моделей⁴ (ПДВКМ) позволила ПССМ разработать форматы и стандарты и создать эффективные механизмы доступа к выходной продукции моделей.

С 1995 г. ПССМ поддерживает центры моделирования и широкий круг разработчиков и пользователей моделей, которые осуществляют фундаментальный анализ и сравнение современных экспериментов с использованием климатических моделей в соответствии с общими протоколами. Предоставляя МГЭИК и другим заинтересованным сторонам полезную и доступную основу для формальных внешних оценок, ПССМ с самого начала также продемонстрировал сообществу исследователей климата две одновременно получаемые выгоды:

- прогресс в области технического развития самих моделей, которому способствовали обмен и взаимное сравнение, а также согласованные форматы обмена и исходных параметров для проведения взаимного сравнения;
- способность проводить систематическое исследование конкретных научных аспектов климатической системы – от облаков до глубокой циркуляции в океане и углеродного цикла – с помощью диагностики моделей, средних значений по ансамблю или тщательного перекрестного сравнения.

Процессы в рамках ПССМ целенаправленно способствовали совместному использованию знаний и навыков в области аппаратно-программного обеспечения и обмену между пользователями моделей

¹ Директор, Всемирная программа исследований климата, совместно спонсируемая Межправительственной океанографической комиссией (МОК) ЮНЕСКО (Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры), МСНС (Международный совет по науке) и ВМО

² Немецкий авиакосмический центр

³ Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organisation by Eyring et al. (2015)

⁴ Министерство энергетики США (МЭ)

и научным сообществом. Кроме того, они привели к минимизации дублирования усилий и снижению потребностей в рабочих и вычислительных ресурсах. В условиях ограничения ресурсов отдельные центры, а также все сообщество, высоко оценили этот факт.

Сложные задачи, стоящие перед ПССМ6

Повысилась потребность в ПССМ, и возросло количество задач, стоящих, в частности, перед ПССМ6. Все больше центров реализуют большее количество версий увеличивающегося числа моделей, которые становятся все более сложными. В настоящее время современная модель системы Земля могла бы полностью воспроизводить химию атмосферы, активные процессы на суше, включая рост и разрушение растительного покрова, и интерактивный углеродный цикл на суше и в океане. Реализация модели системы Земля со всеми поправками с самым высоким разрешением по-прежнему остается весьма сложной задачей, однако перечень необходимой и востребованной выходной продукции моделей для принятия решений, связанных с климатом, значительно увеличился по мере улучшения базового разрешения.

Некоторые конфигурации моделей ПССМ6 будут реализовываться с глобальным разрешением 25 км, что лучше региональных разрешений, используемых лишь несколько лет назад. Реализация этих моделей требует огромных вычислительных ресурсов, тогда как долговременное хранение, документирование, объединение в подкомплекты, поддержка и распространение терабайтов (и все чаще петабайтов) выходной продукции моделей вызывают необходимость в критической оценке возможностей и потенциала самых крупных центров данных и сетей самой быстрой передачи данных.

При разработке ПССМ6 Группа экспертов ПВССМ, являющаяся надзорной группой международных ученых, провела скрупулезную оценку результатов деятельности в прошлом и будущих потребностей. Она внимательно выслушала заказчиков, которыми в данном случае являются центры моделирования и научные пользователи. На основе предыдущих этапов ПССМ, особенно в интервале от ПССМ3 до ПССМ5, она отметила, какие стратегии и практики способствовали и препятствовали существенному прогрессу в повышении точности моделей и научном понимании в области моделирования. Основываясь на этом опыте, Группа экспертов определила пять проектных целей для ПССМ6:

- Содействовать налаживанию взаимосвязей и проведению сравнения между различными проектами по сравнению моделей в рамках

ПССМ6 и обеспечить согласованность между всеми этапами ПССМ;

- Создать возможности для того, чтобы научное сообщество обеспечивало центрам моделирования научно обоснованные первоочередные планы приоритетных видов деятельности ПССМ6;
- Позволить группам по моделированию осуществлять определяемые ими графики разработок и научные эксперименты без обязательной привязки к единому сроку исполнения, определяемому МГЭИК, но с учетом этого срока;
- Укрепить деятельность в рамках Проекта по сравнению моделей в целом, встраивая ее в согласованную научную основу, что приведет к более эффективным коллективным результатам;
- Добиться всего вышеперечисленного посредством открытого и всеобъемлющего процесса.

Проектирование ПССМ6 по мере его развития и осуществления на текущий момент, добивается этих целей путем фундаментальных изменений процесса и процедуры и за счет принятия главных научных задач ВПИК⁵ в качестве всеобъемлющей научной основы.

Непрерывное и гибкое функционирование

Во избежание попеременных спешки и запаздывания при приближении установленного срока исполнения ПССМ6 позволяет центрам моделирования реализовывать усовершенствованные версии моделей и выполнять различные эксперименты ПССМ по мере их готовности и тогда, когда это удобно. Они могут работать в таком режиме в рамках ПССМ6 при условии, что также завершат и представят на рассмотрение результаты экспериментов по диагностике, оценке и характеристике климата (Diagnosis, Evaluation, and Characterization of Klima (DECK)) и исторического имитационного моделирования ПССМ6 в соответствии с руководящими указаниями, что является подтверждением их возможностей и намерений в отношении ПССМ и своеобразным «пропуском» для участия в ПССМ6.

Комплекты исторических данных о воздействиях, – включая выбросы и концентрации парниковых газов, изменения в землепользовании, солнечные и стратосферные (вулканический аэрозоль, озон) колебания, – стали доступны для ПССМ6 в апреле 2016 г. Это позволит центрам моделирования очень скоро приступить к выполнению экспериментов, которые являются «пропуском» для участия в ПССМ6.

⁵ www.wcrp-climate.org/grand-challenges

Члены Группы экспертов ПССМ

- Вероника Эйринг (председатель, Немецкий авиакосмический центр)
- Сандрин Бони (Национальный центр научных исследований, Франция)
- Джерри Мил (Национальный центр по атмосферным исследованиям, США)
- Катрин Синиор (Метеорологическое бюро, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии)
- Бьорн Стивенс (Метеорологический институт им. Макса Планка, Германия)
- Рон Стауффер (Лаборатория геофизической гидродинамики, США)
- Карл Тэйлор (Программа по диагностике и взаимному сравнению климатических моделей, США)

Для будущих проекций климата сообщество моделирования комплексной оценки (МКО) предоставит массивы данных о воздействиях к концу 2016 г., что позволит сразу же начать выполнять эксперименты по климатическим прогнозам. Большинство экспериментов по сравнению моделей, одобренных ПССМ6, будут выполняться в период 2017–2018 гг. Исследования, основанные на анализе результатов ПССМ6, начнут появляться в 2018–2010 гг., как раз вовремя для внесения вклада в Шестой оценочный доклад МГЭИК.

Согласованные и постоянные протоколы моделей

DECK и историческое имитационное моделирование ПССМ6 опираются на прочную основу предшествующих этапов ПССМ. Весьма вероятно, что они представляют собой точно такие же эксперименты, которые используют или будут использовать большинство групп по моделированию для проверки и оценки новейших версий своих моделей. Отметим, что для целей ПССМ6 будущий климат начался в 2015 г. Мы предполагаем, что протоколы для DECK и исторического имитационного моделирования ПССМ сохраняют согласованность в отношении будущих этапов ПССМ. Таким образом, DECK и историческое имитационное моделирование не создают барьеров для эффективной работы и вычислений, а, напротив, способствуют согласованности между моделями и этапами.

Усовершенствованные стандарты и документация

Стремление к усовершенствованию стандартов и документации изнутри обусловлено растущей сложностью моделей, а внешне связано с тем, что все больше пользователей за пределами сообщества по моделированию климата хотят иметь доступ к данным ПССМ. ПССМ тесно сотрудничает с группой экспертов по инфраструктуре Рабочей группы ВПИК по сопряженному моделированию для установления и распространения требований, форматов и технических характеристик для выпускаемой продукции,

документации по моделям и моделированию, а также для систем архивирования и доступа. Руководящие указания и стандарты в сочетании с долговременной эффективностью общего процесса ПССМ обеспечили возможности и способствовали параллельной эволюции данных и оценочной инфраструктуры. Одно дополнительное усилие облегчает выполнение принятых пакетов анализа данных всякий раз, когда архивный сайт регистрирует новый продукт ПССМ.

Обычное использование этих средств и образцов диагностики значительно облегчит систематические оценки моделей в ходе последующих оценок. Стандарты и руководящие принципы ПССМ также позволили на устойчивой основе выполнять большую работу по сбору данных, при этом основное внимание было уделено сбору и преобразованию данных наблюдений и результатов реанализа в доступные и соответствующие требованиям ПССМ форматы для использования в оценке моделей. В процессе ПССМ6 оценка моделей будет проходить более широко и в ускоренном темпе. По существу, эти коллективные средства ПССМ и источники данных способствуют прогрессу в области разработки моделей и научных исследований.

Планомерная сосредоточенность на научной составляющей

Учитывая растущую сложность отдельных моделей, растущее число версий, реализуемых во все большем количестве центров моделирования, и число проектов по сравнению моделей в рамках и за пределами ПССМ, Группа экспертов ПССМ выразила желание обеспечить двоякую роль ПССМ: продвигать разработку моделей, а также облегчать и содействовать климатическим исследованиям.

Оценивая более 30 проектов по сравнению моделей, предложенных для ПССМ6, Группа экспертов учитывала соответствие каждого проекта трем фундаментальным научным вопросам ПССМ:

- Как система Земля реагирует на воздействия?

- Каковы истоки и последствия систематических погрешностей моделей?
- Каким образом мы можем оценивать будущие изменения климата, принимая во внимание его изменчивость, предсказуемость и неопределенности в сценариях?

Эти вопросы служат основой усовершенствования моделей для решения семи главных научных задач ВПИК. Группа экспертов объединила, адаптировала и пересмотрела 30 предложений и затем представила «окончательный» перечень, включающий 21 проект по сравнению моделей, одобренный для ПССМ6. Свыше 10 центров моделирования приняли обязательства по всем этим проектам, обязуясь проводить все первоочередные эксперименты (уровень 1), предусмотренные в проекте по сравнению моделей, и выпускать всю запрашиваемую выходную продукцию и информацию по диагностике.

Такое соответствие целей проекта по сравнению моделей и обязательств центров моделирования не произошло автоматически или спонтанно. Оно служит явным признаком того, что процесс ПССМ в настоящее время и в будущем будет сосредоточен на сугубо научных проблемах, вытекающих из главных научных задач ВПИК и вносящих свой вклад в их решение. Очевидно, что проекты по сравнению моделей соотносили свои цели и запросы с ожидаемыми возможностями и мощностями моделей, но посредством этого процесса центры моделирования напрямую участвовали в определении научных приоритетов и масштаба ПССМ6.

Чтобы получить одобрение и помочь ПССМ6 и центрам моделирования установить приоритеты и контролировать процесс, все проекты по сравнению моделей обозначили первоочередную деятельность уровня 1. Большинство из них также содержат более длинные перечни факультативных и рекомендуемых экспериментов. Сотрудничая с сообществом МКО, ПССМ6 определит общие социально-экономические траектории с тесной (и количественной) увязкой с репрезентативными траекториями концентраций ПССМ5. ПССМ6 также предпринимает целенаправленные шаги для более тесного взаимодействия с сообществами по оценкам, адаптации и обслуживанию посредством создания двух консультативных советов – по вопросам уязвимости, воздействий и адаптации и по климатическому обслуживанию.

Имеющиеся вычислительные ресурсы не в полной мере удовлетворяют потребностям ПССМ6 в анализах и экспериментах. ВПИК надеется, что планомерный процесс ПССМ способствует повышению эффективности, а также стимулирует дополнительный интерес и ресурсы. Примерно

в 2011 г. Джерри Мил из НКАР (Национальный центр по атмосферным исследованиям) отметил, что ПССМ5 представляет собой «самый крупный скоординированный многомодельный эксперимент по изменению климата, который когда-либо предпринимался». Сегодня масштабность и цели ПССМ6 предлагают новый уникальный стандарт многодисциплинарной науки о климате и новый уровень задач в плане координации.

Заключение

ПССМ6 предусматривает и поддерживает согласованный и выполняемый на непрерывной основе набор ключевых видов деятельности, усовершенствованные средства и механизмы для доступа и анализа и широкое и вместе с тем целенаправленное научное влияние. Этот проект является замечательным примером всеохватности, транспарентности и открытого доступа к его информации и продукции. Он практически полностью функционирует на основе координации, взаимодействия и сотрудничества. Хотя метеорологическое сообщество имеет понятие о глобальных (атмосферных) моделях и быстром обмене высококачественными данными и выходной продукцией моделирования, по сложности и объему данных ПССМ почти наверняка превосходит численное прогнозирование погоды.

Большая часть координации и взаимодействия осуществляется учеными-климатологами на безвозмездной основе. Мы не знаем ни о каком другом сообществе разработчиков моделей и исследователей в области физики, медицины, экономики, энергетики и вооружения, которое приложило бы такие большие усилия для сравнения и обмена и которое поддерживало бы столь замечательные усилия посредством коллективной мотивации.

Ответная реакция ПССМ заслуживает высокой оценки и восхищения со стороны научного сообщества. Широкий размах и амбициозные цели ПССМ6 предлагают абсолютно новый стандарт многодисциплинарной науки о климате и новый уровень задач в области координации. Поскольку все больше внимания уделяется последствиям изменения климата, процесс и продукция ПССМ будут представлять собой один из наиболее важных для общества источников полноценной и надежной климатической информации.

Ссылки имеются в электронной версии.



ВМО на КС22

7 ноября	13:15–14:45	Доработка директив МГЭИК 2006	Средиземноморский зал
7 ноября	15:00–16:30	Неотложные проблемы в области фундаментальных исследований климата после Парижского соглашения	Средиземноморский зал
8 ноября	10:00–18:00	День информации о Земле	Будет объявлено
8 ноября	10:00–11:30	Наблюдения климата в Африке: проблемы и возможности	Африканский павильон, зал 2
8 ноября	18:30–20:00	Устойчивая индустриализация и международный транспорт	Австралийский зал
8 ноября	Будет объявлено	Пресс-конференция: выпуск 5-летнего заявления о климате 2011–2015 гг.	Будет объявлено
9 ноября	13:15–14:45	Океаны: научно обоснованные решения для достижения целей адаптации и смягчения последствий	Средиземноморский зал
9 ноября	18:30–20:00	Гидроклиматическое обслуживание для всех	Средиземноморский зал
11 ноября	13:15–14:45	Наука для обоснованного выбора вариантов адаптации и смягчения последствий	Австралийский зал
14 ноября	13:15–14:45	Практика адаптации на уровне общин для уменьшения опасности бедствий, повышения устойчивости и ликвидации бедности	Арабский зал
14 ноября	Будет объявлено	Пресс-конференция: выпуск предварительного заявления о состоянии климата в 2016 г.	Будет объявлено
15 ноября	11:30–13:00	Развитие городов как катализатор действий по климату	Тихоокеанский зал
15 ноября	13:15–14:45	Наращивание потенциала для Повестки дня до 2030 г. за счет решений относительно действий по климату для осуществления на региональном уровне	Берингов зал
15 ноября	18:30–20:00	Дополнительное мероприятие в рамках выставки «Единая ООН», посвященное укреплению здоровья и повышению благосостояния «Климат и здоровье»	Тихоокеанский зал
15 ноября	18:30–20:00	Выполнение парижского обещания – в Марракеше придадут большое значение финансированию исследований климата	Австралийский зал
16 ноября	13:15–14:45	СРПУК – система раннего предупреждения для обеспечения устойчивости к климату	Французский павильон
16 ноября	13:15–14:45	Нулевой голод в условиях изменения климата	Тихоокеанский зал
17 ноября	18:30–20:00	Сталкиваясь с проблемой 2 °С: связь между инновациями и чистой энергией	Средиземноморский зал

World Meteorological Organization

7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300 – CH-1211 Geneva 2 – Switzerland

Тел.: +41 (0) 22 730 81 11 – Факс: +41 (0) 22 730 81 81

Э-почта: wmo@wmo.int – Веб-сайт: www.public.wmo.int

ISSN 0250-6076