

# ***Череда погодных аномалий — случайность или закономерность?***

А.А.Киселев<sup>1</sup>, И.Л.Кароль<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Главная геофизическая обсерватория имени А.И.Воейкова (Санкт-Петербург, Россия)

В последние десятилетия наблюдается значительный рост числа аномальных погодных явлений (волн тепла и холода, ураганов, гроз, ливней и засух и пр.). Стал ли этот рост следствием современных изменений климата или он обусловлен хаотической природой климатической системы? В статье представлен обзор используемых для ответа на этот вопрос методов, а также результатов современных исследований. В частности, отмечается, что каждая связь между различными видами погодных аномалий и изменениями климата обладает своими особенностями и, как следствие, должна рассматриваться отдельно. Объем имеющихся сегодня данных мониторинга недостаточен для окончательных выводов. Поэтому связь между частотой погодных экстремумов и антропогенным воздействием на климат пока не может считаться надежно установленным научным фактом. Однако есть основания полагать, что такая связь будет доказана в ближайшем будущем.

**Ключевые слова:** климат, погодные аномалии, изменение климата.

# ***The sequence of weather anomalies — an accident or a pattern?***

A.A.Kiselev<sup>1</sup>, I.L.Karol<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voeikov Main Geophysical Observatory (Saint Petersburg, Russia)

The significant increase of weather anomalies (heat and cold waves, hurricanes, thunderstorms, heavy rainfalls, droughts and other) number occurs in the last decades. What is cause of this increase: current climate change or chaotic nature of the climate system? The paper presents a review of both relevant methods and recent studies results. In particular various connections between the weather extreme events and climate change have their own features and therefore must be studied separately. The modern monitoring data are not enough for most of final conclusions. Thus the connection between weather extremes frequency and anthropogenic impact on climate is not reliable scientific fact now. But we are warranted in believing this connection as an argued one in the near future.

**Key words:** climate, weather anomalies, climate change.

«В Токио впервые за 54 года в ноябре выпал снег», «Впервые за 37 лет снег выпал на севере Сахары», «На Северный полюс пришла аномальная жара»\*, «Глобальное потепление рушит “крышу мира”»\*\*, «За минувшую ночь на Москву вылилось почти 40% месячной нормы осадков»\*\*\*, «В Санкт-Петербурге ожидаются новые снегопады»\*\*\*\*. Это выбранные случайным образом сообщения СМИ об аномальных погодных явлениях, имевших место во второй половине 2016 г., точнее — их малая часть. Практически всякий раз, столкнувшись с известием об очередном подобном катаклизме, журналисты обращаются к специалистам за комментариями и разъяснениями. Так случилось, что многие такие запросы были адресованы авторам этой статьи. Разумеется, каждый случай имеет свою специфику, однако в ходе беседы неизбежно звучал вопрос: «Обусловлен ли данный конкретный эпизод стечением обстоятельств или это закономерное следствие современных глобальных изменений климата?». Этим очень непростым вопросом в последнее время задаются не только журналисты, но и ученые. Ниже мы постараемся рассказать, что делают специалисты в поисках ответа и какие представления на этот счет преобладают сегодня.

### Специалисты наблюдают, фиксируют...

Вопрос, сформулированный выше, возник не на пустом месте. Можно сказать, его навеяла сама жизнь. Аномальные погодные явления внимательно отслеживаются и классифицируются национальными метеослужбами (а также страховыми компаниями), их сводки регулярно публикуются\*\*\*\*. Собранные информация свидетельствует

\* Температура на 5° превысила средние показатели; если раньше подобные погодные аномалии встречались крайне редко (раз в тысячу лет), то теперь подобное происходит раз в 50 лет.

\*\* 17 июля 2016 г. от ледника Ару в Тибете откололось более 60 млн м<sup>3</sup> льда и горных пород.

\*\*\* 14 июля 2016 г.

\*\*\*\* Снегопады и холод, каких не было в ноябре с середины 1990-х.

\*\*\*\*\* <http://www.metcorf.ru/press/news/13145/>



**Андрей Александрович Киселев**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела динамической метеорологии Главной геофизической обсерватории имени А.И.Воейкова (г.Санкт-Петербург). Область научных интересов — фотохимические процессы в атмосфере.



**Игорь Леонидович Кароль**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией той же обсерватории. Специалист в области моделирования климата, фотохимических и радиационных процессов в атмосфере. Многие годы занимается проблемами атмосферного озона.

**Игорь Леонидович — старинный автор «Природы». В июле ему исполняется 90 лет. Редакция поздравляет юбиляра и желает ему крепкого здоровья, творческих успехов, благополучия и новых публикаций в нашем журнале.**

о том, что с годами погодные аномалии встречаются все чаще, а их общее ежегодное количество имеет тенденцию к увеличению (рис.1).

На рис.1 показано, как изменялось ежегодное число опасных гидрометеорологических явлений на территории нашей страны в течение двух последних десятилетий [1]. Следует подчеркнуть, что здесь речь идет только о бедствиях, нанесших ущерб, общее же количество опасных явлений в этот период было примерно вдвое больше (900–1000 случаев в год).

Что такое опасные гидрометеорологические явления? На первый взгляд, ответ очевиден: наводнения и засухи, ливни и град, ураганы и грозы. Однако их список гораздо шире — сюда же относятся и другие, более «безобидные»: например, изменение годовых минимумов и максимумов температуры воздуха, число дней с экстремальными температурами, с обильными (более 10 мм) осадками и др. Из рис.1 видно, что в конце прошлого века на территории нашей страны ежегодно фиксировалось 150–200 погодных аномалий, в последующем их число стремительно росло, а начиная с 2007 г. по крайней мере раз в два года переваливает за 400.

Аналогичная ситуация наблюдается и в мире. На рис.2 представлена статистика «естественных природных катастроф» после 1980 г. по подсчетам Института страховой информации (США).

При ознакомлении с ней необходимо учитывать специфику этой организации: те или иные природные явления она относит к разряду катаклизмов, исходя не из научных канонів, а из интересов страхового бизнеса (около 90% самых тяжелых экономических потерь приходится на наводнения, засухи, град, грозы, ураганы). Поэтому прямое сопоставление данных, приведенных на рис.1 и 2, едва ли целесообразно. В то же время рис.2 прекрасно иллюстрирует наиболее интенсивный рост как общего числа «страховых случаев», так и относительной доли числа ураганов разного масштаба\* и наводнений в XXI в. Если же говорить обо всем промежутке времени, представленном на рисунке, то общее число природных катастроф за три с половиной десятилетия увеличилось почти в три раза. В связи с этим неудивительно, что в недавно опубликованном ежегодном докладе Всемирного экономического форума в пятерке главных глобальных рисков, ранжированных по вероятности, первую строчку заняли именно экстремальные погодные явления, опередив риски массовой вынужденной миграции, стихийных бедствий (землетрясений, извержений вулканов и др.) и крупных терактов.

Итак, расхожее субъективное мнение, что каверзы погоды случаются все чаще и чаще, подтверждается как объективными результатами наблюдений (см. рис.1, 2) и опубликованными данными [3, 4], так и событиями последнего времени, в частности, непривычно холодной весной на европейской части России и сокрушительным ураганом, обрушившимся на Москву 29 мая 2017 г. (рис.3).

\* В качестве примера: согласно спутниковым данным, на территории западно-африканской Сахели за последние 35 лет (начиная с 1982 г.) наблюдается трехкратное увеличение числа ураганов, ставших одними из наиболее сильных на планете [2].

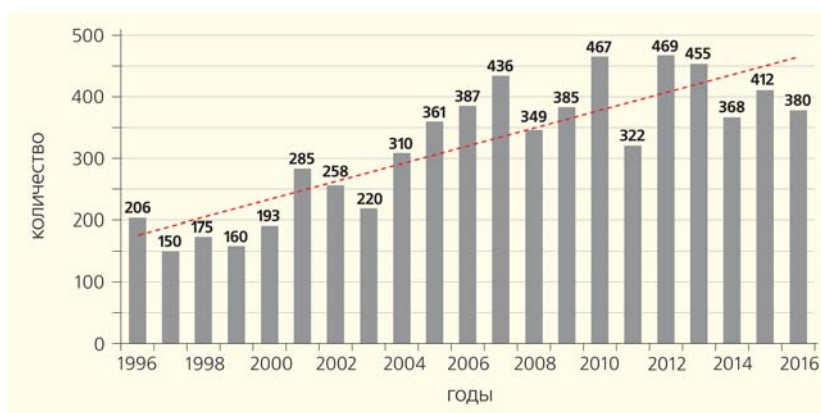


Рис.1. Количество нанесших ущерб опасных гидрометеорологических явлений на территории Российской Федерации за 1996–2016 гг. [1]. Пунктиром показан линейный тренд.

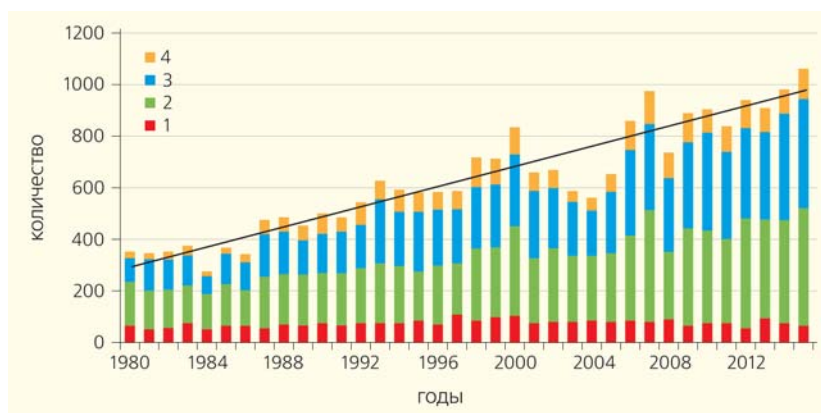


Рис.2. Количество нанесших ущерб стихийных бедствий в мире за период 1980–2015 гг. по данным Института страховой информации. Бедствия: 1 — географические (землетрясения, цунами, вулканическая активность), 2 — метеорологические (шторма, тайфуны, ураганы), 3 — гидрологические (наводнения, паводки), 4 — климатические (экстремальные температуры, засухи, пожары). Прямой показан линейный тренд.



Рис.3. Последствия мощного урагана, случившегося в Москве 29 мая 2017 г.

Фото Е.А.Красильниковой

### ...и анализируют

Однако все это — лишь констатация факта, нас же интересуют причины роста числа природных катаклизмов, и в частности вопрос, есть ли связь между ним и глобальными изменениями климата. Если отвечать на него «из общих соображений», проводя бытовые аналогии, такая связь, конечно, должна существовать. К примеру, риск выхода из строя какого-либо электроприбора неизбежно возрастает при любом нештатном вмешательстве в его работу. А ведь глобальное потепление тоже многие десятилетия вносит некоторое возмущение в стабильную «работу» климатической системы. Такая параллель вполне уместна в качестве иллюстрации для неспециалиста, но научное обоснование требует иных подходов.

Первым делом напрашивается попытка обрушиться на проблему всей мощью статистического анализа. Однако здесь все не так просто. Изменение климата проявляется в разных аспектах, оно ассоциируется прежде всего с ростом температуры, но это лишь одно из его проявлений. Изменяются также находящиеся в тесной взаимосвязи режим осадков, циркуляция воздушных и водных масс, баланс между приходящей к Земле и уходящей от нее радиацией и др. Каждый из таких параметров по результатам обработки наблюдений облекается в математическую форму, после чего его можно привлечь к статистическому анализу. Но вот вопрос: с какой характеристикой изменения климата наиболее продуктивно связать увеличение погодных аномалий? Другой вопрос: как «увязать» происходящие в разных точках Земли и непременно имеющие *региональный* масштаб погодные аномалии с *глобальными* климатическими характеристиками? Далее: погодные катастрофы случались и до эпохи антропогенного потепления (например, «год без лета» в 1816 г. или Великая засуха в западной части Австралии в 1829 г.), поэтому, вероятно, по крайней мере некоторая часть современных аномалий обусловлена хаотическими процессами, происходящими в климатической системе. Но какая же именно и как ее выделить?

Возвращаясь к данным рис.1 и 2, отметим, что приведенный на них рост числа аномалий оказывается статистически значимым, а коэффициенты детерминации, равные квадратам коэффициентов корреляции, составляют 0.72 и 0.88 соответственно. Это, в частности, означает, что их «дополнения до единицы», т.е. 0.28 и 0.12 (или, что более привычно, 28 и 12% от общего количества аномалий), указывают верхнюю границу для числа случаев, которые могут быть связаны с хаотической природой климатической системы. Но подобную оценку можно сделать только для относительно небольшого промежутка времени, поскольку столь же исчерпывающего подсчета в предшествующие годы попросту не велось (в силу отсутствия еди-

ных методик\*, недостаточного развития средств коммуникации и т.д.). Как следствие, на сегодняшний день имеющийся объем данных недостаточен и потому не дает возможности получить исчерпывающий ответ на интересующий нас вопрос.

Другой напрашивающийся подход заключается в использовании математического моделирования. Сначала упомянем о результатах, полученных с помощью простых математических моделей, позволяющих лишь качественно описать отклик климатической системы на ее возмущение. А.В.Бялко, использовавший с этой целью релаксационные уравнения, пришел к выводу, что в условиях антропогенного воздействия — определяющей причины наблюдаемого глобального потепления — количество погодных аномалий в ближайшие десятилетия будет нарастать [5, 6]. Этот вывод разделяет и А.А.Рузмайкин, показавший, что «климатические изменения, вызванные человеческой деятельностью, не очень сильно влияют на параметры среднего состояния климата Земли, например, на среднюю температуру, но значительно увеличивают число экстремальных событий, таких как наводнения и засухи» [7]. В последней работе также отмечается, что экстремальные события обладают свойством образовывать кластеры, т.е. приходят не поодиночке, а группами.

Если статистика может лишь оценить степень связи между какими-то характеристиками по заданному набору сведений о них, то возможности сложных климатических моделей заметно шире: здесь и анализ влияния многочисленных обратных связей на конечный результат, и выявление основных физических процессов, ответственных за возникновение экстремальных ситуаций, и проверка различных гипотез происхождения аномальных явлений. Но даже такие модели не в состоянии в одиночку предоставить необходимые доказательства. Причина очевидна: несмотря на важнейшую роль, которую играют глобальные климатические модели в современных исследованиях, они сегодня (да и будет ли когда-нибудь иначе?) далеко не совершенны — сказывается недостаток вычислительных ресурсов (ведь расчеты необходимо вести на очень мелкой пространственной сетке с маленьким шагом по времени, поскольку погодные аномалии локальны и часто непродолжительны), проблемы с детальным описанием ряда климатоформирующих процессов (например, формирования и развития облачности) и др. Тем не менее использование глобальных климатических моделей для исследования связей между эволюцией климата и возникновением экстремальных погодных ситуаций необходимо и не имеет альтернативы.

\* Например, рекомендации по сбору, ведению и хранению сведений об опасных природных явлениях довольно часто менялись, последняя версия была утверждена Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России и введена 16 апреля 2009 г.

В последнее время довольно часто применяется так называемый ансамблевый подход, суть которого заключается в следующем. С помощью нескольких десятков имеющихся в мире глобальных климатических моделей производятся расчеты с одинаковым набором входных параметров (например, эволюции выбросов парниковых газов в ближайшие десятилетия) на заданное число лет. Предполагается, что результат, полученный с использованием каждой из моделей, независим в статистическом смысле от результатов остальных моделей. Тогда весь массив (ансамбль) таких результатов можно подвергнуть статистической обработке, и выводы этой обработки имеют хорошие шансы оказаться репрезентативными, а дефекты модели (у каждой — свои) будут до некоторой степени взаимно скомпенсированы.

Успех ансамблевого подхода также зависит от качества используемой при построении климатических моделей информации об ассимиляционных данных. Цель ассимиляции заключается в предоставлении данных на так называемой регулярной, удобной для моделирования сетке (например, в узлах покрывающей поверхность Земли сетки с шагом в один градус по широте и долготе). Очевидно, сеть станций наблюдения за метеорологическими характеристиками (температурой, скоростью ветра и др.) или концентрациями парниковых газов размещена очень неравномерно, а в отдельных регионах Земли отсутствует. Чтобы восполнить эти пробелы, применяется процедура производимого по некоторым «оптимальным» правилам дополнения данных наблюдений модельными результатами. Такое сочетание практики и теории позволяет нарисовать более полную и, что важно, взаимосогласованную картину распределения многих метеорологических и климатических характеристик и, следовательно, повысить качество модели.

Эти наработки органично вписываются в современные методы установления причин погодных катаклизмов, базирующиеся на комплексе как наблюдательных и модельных результатов, так и физических законов, оказывающих влияние на формирование погоды и климата. Физические законы в этом перечне занимают важное место, поскольку позволяют объяснить природу и степень значимости происходящих в климатической системе изменений и тем самым «строго по науке» интерпретировать данные оперативного мониторинга. Именно благодаря такому комплексному подходу сегодня стало возможно достигнуть некоторого понимания в вопросе зависимости частоты и характера погодных аномалий от эволюции современного климата. И каковы же они, современные достижения?

Оказалось, что каждый тип погодных аномалий обладает собственной «индивидуальностью», и его особенности необходимо анализировать отдельно от остальных. Главным образом это вызвано тем

обстоятельством, что за возникновение тех или иных погодных катаклизмов «ответственны» разные цепочки развивающихся в климатической системе процессов. Цепочки эти изучены, однако, с разной степенью подробности, что критически отражается на достоверности наших знаний в приложении к каждому отдельному случаю. На рис.4 приведена схема, демонстрирующая, в какой степени, по современным представлениям, различные погодные аномалии зависят от антропогенных изменений климата [8]. Область под биссектрисой показывает потенциал для улучшения диагностирования атрибуции погодных аномалий за счет совершенствования моделей, привлечения дополнительных данных и др. Чем дальше от начала координат и ближе к биссектрисе, тем выше уровень связи. В области выше биссектрисы кружки, символизирующие различные типы аномалий, располагаться не могут, так как в этом случае оказалось бы, что установление наличия аномалии произошло при отсутствии адекватного понимания причинно-следственной связи, ее породившей.

Из рис.4 видно, что в этом смысле наивысшей оценки удостоен рост повторяемости экстремальных тепла и холода в результате современных изменений климата. Эта связь подтверждается и наблюдениями, и модельными расчетами [8]. При этом продолжительность таких волн может составлять от одних или нескольких суток до месяцев (как это было, например, над европейской территорией России летом 2010 г. [9]). В качестве основной причины учащения «явления народу» температурных экстремумов называют особенности перестройки атмосферной циркуляции. Кроме того, возникновение волн холода связывают с термодинамическими атмосферными процессами. Однако даже в этой благостной картине имеется своя «ложка дегтя»: на фоне роста количества случаев экстремального тепла на территории США в последние десятилетия, тем не менее, рекордное их число в большинстве регионов страны приходится на 1930-е годы [8]. Наличие такого феномена гипотетически снова объясняется... особенностями атмосферной циркуляции: в те годы в формировании динамики атмосферы естественные факторы превалировали над антропогенными. Безусловно, достижение понимания того, как и почему меняется циркуляция, — один из краеугольных камней теории климата, позволяющей уже сегодня достаточно успешно моделировать современное состояние климата и его изменения. Способность климатических моделей воспроизводить увеличение числа случаев возникновения температурных экстремумов служит подтверждением этому, однако приведенный выше пример свидетельствует: возможны нюансы...

Все остальные кружки на рис.4 прямо или косвенно связаны с круговоротом воды в природе. Среди них наиболее «понятна» зависимость частоты засух и ливней от реалий современного климата.

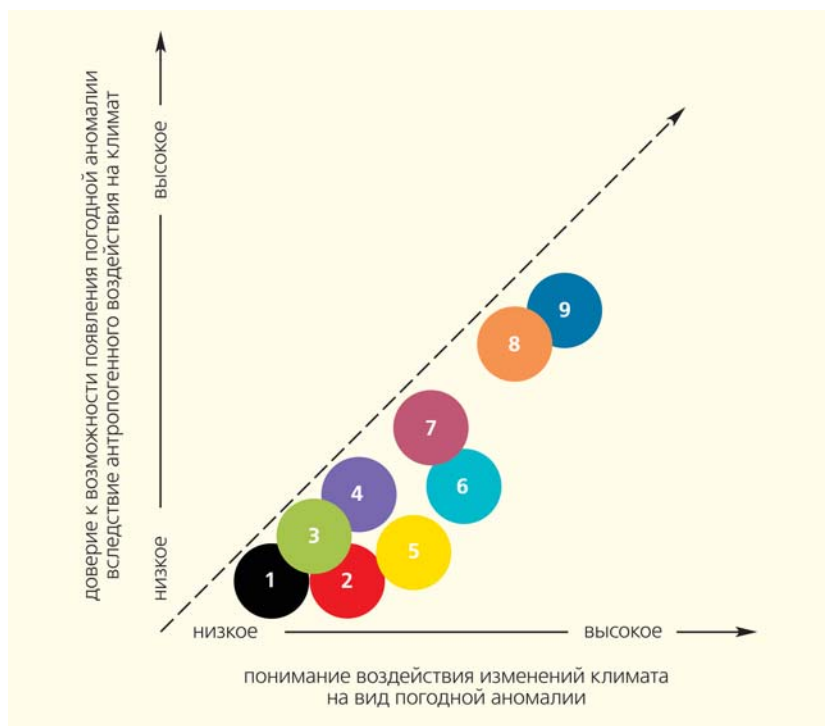


Рис.4. Схема, иллюстрирующая соотношение между современным пониманием воздействия изменений климата на отдельные виды погодных аномалий и вероятной причастностью антропогенного влияния на возникновение этих аномалий [8]. Условные обозначения: 1 — сильные конвективные ураганы, 2 — лесные пожары, 3 — экстремальные тропические циклоны, 4 — экстремальные снег и лед, 5 — тропические циклоны, 6 — сильные ливни, 7 — засухи, 8 — экстремальная жара, 9 — экстремальный холод.

Рост температуры вызывает более интенсивное испарение влаги с поверхности Земли (тем самым «обезвоживая» ее), а также усиление процесса снеготаяния. Одновременно этот рост способствует тому, что большее количество влаги в атмосфере пребывает в жидкой, а не в твердой фазе; по этой причине, главным образом в средних широтах, происходит уменьшение снегозапаса. Названных факторов, вообще говоря, вполне достаточно, чтобы объяснить наблюдаемый дефицит влаги в любом конкретном случае. Хуже обстоят дела с обобщениями. В связи с этим нужно отметить несколько обстоятельств. Во-первых, специалисты до сих пор не пришли к единой трактовке понятия «засуха», вследствие чего оно остается довольно размытым. Отчасти это происходит в результате большого разброса в масштабах явления (не только в пространстве, но и во времени) и различий его форм в разные сезоны и в разных регионах\*. Таким образом, возникают затруднения с созданием единой базы данных.

\* В качестве иллюстрации можно привести следующий пример: в западной части США основная часть осадков приходится на снегопады, летом осадков мало, поэтому дефицит снега зимой влечет за собой летнюю засуху [8].

Во-вторых, изменения в гидрологическом цикле происходят комплексно, т.е. при одновременной «работе» большого числа взаимодействующих между собой процессов, иногда ослабляющих, иногда усиливающих друг друга. «В-третьих» — это прямое следствие «во-вторых»: в формировании облаков и осадков участвуют процессы, масштабы которых сравнимы, с одной стороны, с размерами частиц (тысячные доли миллиметра), а с другой — с масштабами облака и облачных систем (десятки километров и более), характерные времена явлений изменяются от долей секунды до суток. Все это чрезвычайно осложняет построение численных моделей, разработчики которых из-за нехватки вычислительных ресурсов вынуждены при учете природного круговорота воды прибегать к различного рода упрощениям. Поэтому описание гидрологического цикла остается одним из слабых мест климатических моделей, и модельные оценки *всех* явлений, связанных с ним, обладают немалой погрешностью. Тем не менее установление связи частоты засух с современными изменениями климата более успешно по сравнению с прочими, представленными на рис.4.

Аналогичная ситуация имеет место при рассмотрении сильных ливней. Здесь снова понятна цепочка явлений, повлекших за собой увеличение их числа [1, 10, 11]. Рост температуры ведет к усилению конвекции, а с ней — к увеличению влажности атмосферы и интенсификации облакообразования с последующим возвращением влаги на поверхность Земли в результате осадков. Однако опять переход «от частного к общему» сильно затруднен по тем же причинам, что и для засух: из-за отсутствия четких критериев в определении экстремальных ливней, разного временного масштаба явления (от десятков минут до сезона дождей), отсутствия адекватности действительности воспроизведения облакообразования в моделях [12]. Несмотря на относительно высокую оценку атрибуции сильных ливней (см. рис.4), она более проблематична и заметно уступает атрибуции температурных экстремумов [8].

Интенсивность экстремальных ливней прямо связана с муссонной активностью и с особенностями формирования и развития тропических циклонов, о которых мы знаем не так уж и много. Воз-



Рис.5. Лесной пожар в Канаде.

возможности современных моделей не позволяют детально воспроизводить эволюцию циклонической активности [8]. С другой стороны, достаточно давно было установлено, что зарождение тайфунов происходит в той части Мирового океана, где температура поверхностного слоя воды превосходит  $26.5^{\circ}\text{C}$  [13]. С ростом глобальной температуры площадь такой части океана увеличивается, а значит, вероятность возникновения экстремальных штормов, а с ними и наводнений, тоже возрастает (это находит свое подтверждение на рис.2).

Установлено, что физика индивидуального снежного или ледяного шторма понятна (это явление занимает относительно высокое положение на рис.4), но сложность всего природного гидрологического цикла снова становится преградой на пути адекватной оценки зависимости формирования таких штормов от эволюции современного климата [8]. Например, как было сказано выше, рост температуры порождает, с одной стороны, рост влагосодержания в атмосфере, которое, в свою очередь, увеличивает там потенциально массу снега и замерзшего дождя, но, с другой, снижает вероятность перехода воды в твердое состояние — снег и лед. Отсюда следует, что количество снежных и ледяных штормов должно расти в регионах с наиболее холодным климатом и убывать в областях, где климат теплее.

Особое место в списке погодных аномалий занимают лесные пожары (рис.5). Регионы, подверженные засухам, или зоны экстремальных волн тепла, часто одновременно оказываются областями повышенной пожароопасности, что вполне можно проследить по соответствующей базе данных. В ряде работ исследована связь между количе-

ством лесных пожаров и глобальным потеплением. Так, на основе наблюдений, охвативших более чем 25% покрытой растительностью земной поверхности в 1979–2013 гг., показано, что в глобальном масштабе средняя продолжительность пожароопасного сезона возросла на 19% [14]. По статистике за период 1959–1999 гг., рост площади выжженной лесными пожарами территории Канады хорошо согласуется с темпами антропогенного летнего потепления [15]. Недавно появилось сообщение о том, что над континентальной территорией США на каждый градус увеличения температуры на  $12^{\circ}\text{C}$  возрастает число молниевых ударов — основного естественного источника лесных пожаров [16].

Нетрудно видеть, что собрано немало доводов в пользу тезиса о прямой зависимости растущего числа экстремальных погодных явлений от современных изменений климата и глобального потепления. Прилагаются усилия по систематизации оперативных данных и привлечению к исследованиям широкого круга специалистов\*. Таким образом, есть все основания полагать, что аргументация, подтверждающая связь погодных аномалий с изменениями климата, в дальнейшем будет только усиливаться. Тем не менее на сегодняшний день говорить о связи между частотой погодных экстремумов и антропогенным воздействием на климат как о *надежно установленном научном факте* все же преждевременно.

\* В частности, престижный научный журнал «Бюллетень Американского метеорологического общества» уже в течение пяти лет ежегодно один из своих номеров полностью посвящает обсуждению свежих результатов, связанных с погодными аномалиями [17].

## Вместо заключения

Глобальное потепление, выбор мер по противодействию ему, равно как и адаптация к существующим климатическим реалиям, несомненно, составляют одну из важнейших проблем XXI в. Проблем, к сожалению, до конца человечеством не осознанных. Недавно в США провели исследование, посвященное степени доверия населения страны к самому факту глобального потепления [18]. Оказалось, что верят в глобальное потепление в основном жители тех регионов, в которых за последние пять лет часто имели место аномальные погодные явления. Там же, где погода была привычно близкой к многолетней норме, преобладали скептики, не верящие в него. Другими словами, человек больше склонен доверять тому, что видит в повседневной жизни, нежели многолетним и глобальным трендам как основе для выводов специалистов. Это еще раз доказывает необходимость *регулярного* проведения «климатического ликбеза» для населения (отнюдь

не только США, но и других стран, включая Россию). Казалось бы, здесь и «карты в руки» журналистам, специализирующимся в сфере естественных наук. Однако, к сожалению, интерес СМИ подобен поведению дамы, предавшейся на праздниках чревоугодию: она в порыве раскаяния садится на диету, но ее решимости хватает лишь на два-три дня; далее цикл повторяется с наступлением следующих праздников. Очередной погодный катаклизм обычно в состоянии всколыхнуть журналистский отклик только на несколько ближайших дней, возвращение к теме происходит лишь с появлением сообщения о следующем катаклизме.

Ростом числа экстремальных погодных явлений природа сама предметно, а порой жестоко, напоминает людям о комплексе нерешенных проблем, связанных с современными, обусловленными главным образом антропогенным фактором, изменениями климата. И пусть вопрос, вынесенный в заголовок этой статьи, окончательно не закрыт, похоже, это лишь дело времени. ■

## Литература

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год. М., 2016.
2. Taylor C.M., Belušić D., Guichard F. et al. Frequency of extreme Sahelian storms tripled since 1982 in satellite observations // *Nature*. 2017. V.544. P.475–478. Doi: 10.1038/nature22069.
3. IPCC Special Report: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation / Eds C.B.Field, V.Barros, T.F.Stocker et al. Cambridge; N.Y., 2012.
4. Semenov V.A. Arctic warming favours extremes // *Nature Climate Change*. 2012. V.2. P.315–316.
5. Бялко А.В. Релаксационная теория климата // *Успехи физических наук*. 2012. Т.182. №1. С.111–116.
6. Бялко А.В. Вариации концентрации радиоуглерода и газообмен атмосфера — океан // *Доклады Академии наук*. 2013. Т.451. №1. С.28–32.
7. Рузмайкин А.А. Климат как игра случая // *Успехи физических наук*. 2014. Т.184. №3. С.297–311.
8. Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change. Washington DC, 2016. Doi:10.17226/21852.
9. Спорышев П.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. и др. Причины наблюдаемых изменений климата // *Труды Главной геофизической обсерватории им.А.И.Воейкова*. 2014. Вып.574. С.39–124.
10. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М., 2014.
11. Donat M.G., Lowry A.L., Alexander L.V. et al. More extreme precipitation in the world's dry and wet regions // *Nature Climate Change*. 2016. V.6. P.508–513. Doi:10.1038/nclimate2941.
12. Zhang X., Zwiers F.W., Li G. et al. Complexity in estimating past and future extreme short-duration rainfall // *Nature Geoscience*. 2017. V.10. P.255–259. Doi:10.1038/NGEO2911.
13. Palmén E.H. On the formation and structure of tropical cyclones // *Geophysica*. 1948. V.3. P.26–38.
14. Jolly W.M., Cochran M.A., Freeborn P.H. et al. Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013 // *Nature Communications*. 2015. V.6. Doi:10.1038/Ncomms8537.
15. Gillett N.P., Weaver A.J., Zwiers F.W., Flannigan M.D. Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires // *Geophysical Research Letters*. 2004. V.31. №18. P.L18211. Doi:10.1029/2004gl020876.
16. Romps D.M., Seeley J.T., Vollaro D., Molinari J. Projected increase in lightning strikes in the United States due to global warming // *Science*. 2014. V.346. №6211. P.851–854. Doi:10.1126/science.1259100.
17. Explaining extreme events of 2015 from a climate perspective / Eds Herring S.C., Hoell A., Hoerling M.P. et al. // *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2016. V.97. №12. P.S1–S145.
18. Kaufmann R.K., Mann M.L., Gopal S. et al. Spatial heterogeneity of climate change as an experiential basis for skepticism // *Proceedings of National Academy of Science*. 2017. V.114. №1. P.67–71. Doi:10.1073/pnas.1607032113.