

Сибирь может стать мощным источником метана: ученые предупредили о новой климатической угрозе



Дата публикации: 08.08.2026

Арктика нагревается значительно быстрее многих других регионов планеты, и одним из последствий этого процесса становится изменение огромных территорий Сибири. Потепление влияет на вечную мерзлоту, водно-болотные угодья и частоту лесных пожаров, создавая условия для увеличения выбросов метана — парникового газа, способного дополнительно ускорять изменение климата.

Международная группа ученых под руководством специалистов Института атмосферной физики Китайской академии наук обнаружила, что выбросы метана в Сибири уже демонстрируют выраженный рост. Исследование, опубликованное 6 августа в журнале Science, позволило не только оценить масштаб изменений, но и определить разные климатические механизмы, действующие в Западной и Восточной Сибири.

Метан, или CH_4 , присутствует в атмосфере в гораздо меньшей концентрации,

чем углекислый газ, однако эффективно удерживает тепло. Кроме того, метан остается в атмосфере значительно меньше времени, чем CO_2 , поэтому сокращение его антропогенных выбросов считается одним из способов относительно быстро замедлить темпы глобального потепления. Проблема заключается в том, что одновременно с усилиями человечества по сокращению выбросов могут увеличиваться природные источники этого газа.

Сибирь особенно важна для понимания подобных процессов. На ее огромной территории находятся болота, леса и многолетняя мерзлота, содержащая колоссальные запасы органического вещества. При изменении температуры и влажности эти экосистемы способны менять объем поступающего в атмосферу метана.

До сих пор точно определить масштаб происходящего было сложно. Несмотря на размеры региона, Сибирь отвечает примерно за 5% глобальных выбросов метана, а сеть наземных наблюдений здесь относительно редкая. Огромные расстояния, суровый климат и разнообразие природных условий дополнительно затрудняют измерения, из-за чего оценки различных моделей могли заметно различаться.

Чтобы уменьшить эту неопределенность, исследователи объединили несколько источников данных. В анализ вошли наблюдения японского спутника GOSAT, измеряющего концентрации парниковых газов из космоса, сведения глобальной сети наземного мониторинга и данные высоких измерительных башен, расположенных непосредственно в Сибири.

Затем ученые применили систему атмосферной инверсии. Ее принцип заключается в том, что по измеренным концентрациям метана и информации о движении воздушных масс можно восстановить вероятное расположение и интенсивность источников выбросов. Комбинация спутниковых и наземных наблюдений позволила сократить неопределенность оценок примерно до 10%.

Получившаяся картина оказалась достаточно тревожной. В период с 2010 по 2023 год ежегодные выбросы метана в Сибири увеличились примерно на $12,0 \pm 1,9$ тераграмма. Средний темп роста составил около $1,1 \pm 0,1$ тераграмма CH_4 в год.

Для понимания масштаба один тераграмм соответствует миллиону тонн. Таким образом, речь идет не о незначительных локальных колебаниях, а о миллионах дополнительных тонн метана. По оценке исследователей, скорость роста сибирских выбросов оказалась эквивалентна примерно 92% наблюдаемого увеличения выбросов всех водно-болотных угодий планеты.

Еще интереснее оказалось географическое распределение изменений.

Исследование показало, что Енисей фактически разделяет два различных климатических режима. К западу от реки становится преимущественно теплее и влажнее, тогда как Восточная Сибирь сталкивается с усилением теплых и сухих условий. В результате метановые выбросы растут по совершенно разным причинам.

В Западной Сибири важную роль играет изменение атмосферной циркуляции, связанное со скандинавским зимним режимом. Усиленный перенос тепла и влаги влияет на температуру поверхности, состояние мерзлых грунтов и гидрологический режим огромных болотных территорий.

Для болот сочетание тепла и высокой влажности имеет принципиальное значение. В переувлажненной почве мало кислорода, поэтому разложение органического материала происходит при участии микроорганизмов, способных производить метан. Этот биологический процесс называется метаногенезом.

Потепление и изменение водного режима могут увеличивать продолжительность периода, в течение которого микроорганизмы активно перерабатывают органическое вещество. В результате природная экосистема превращается в более интенсивный источник метана. В Западной Сибири исследователи оценили увеличение выбросов примерно в $0,4 \pm 0,1$ тераграмма CH_4 в год.

В Восточной Сибири действует другой механизм. Здесь увеличение выбросов сильнее связано с устойчивыми областями высокого атмосферного давления и изменениями Арктической осцилляции. Они способствуют формированию жаркой и сухой погоды, которая повышает вероятность возникновения и распространения лесных пожаров.

Горящие леса и растительность непосредственно выделяют метан и другие продукты неполного сгорания. При этом экстремальные пожары способны охватывать огромные площади, особенно в удаленных районах, где их трудно быстро обнаружить и потушить. Связанные с пожарами выбросы метана в Восточной Сибири, согласно исследованию, увеличивались примерно на $0,7 \pm 0,1$ тераграмма в год.

Получается климатический парадокс: избыток воды на западе и ее недостаток на востоке приводят к одному результату — дополнительному поступлению метана в атмосферу. В одном случае его производят прежде всего насыщенные влагой экосистемы, в другом важным фактором становятся пожары.

Особое беспокойство ученых вызывает еще одна обнаруженная закономерность. Зависимость выбросов метана от максимальных температур

оказалась не полностью линейной. Это означает, что при дальнейшем нагревании выбросы могут увеличиваться быстрее, чем можно было бы предположить, просто продолжая существующую тенденцию.

Такие нелинейные процессы имеют большое значение для климатических прогнозов. Если повышение температуры на каждый следующий градус вызывает все более сильную реакцию экосистемы, после определенного уровня потепления природный источник парникового газа может начать расти ускоренными темпами.

Для оценки будущих рисков исследователи использовали климатический сценарий SSP5-8.5, предполагающий очень высокие глобальные выбросы парниковых газов. Это важно учитывать: полученный прогноз не является неизбежным описанием 2050 года, а показывает возможное развитие событий при сохранении крайне высокой эмиссии.

При таком сценарии дополнительный объем сибирского метана к середине века может стать сопоставимым с прогнозируемым ростом выбросов глобальных водно-болотных угодий. По расчетам авторов работы, увеличение природных выбросов в Сибири потенциально способно компенсировать около 20% сокращения антропогенных выбросов метана, необходимого для достижения климатических целей.

Иными словами, даже если промышленность, энергетика, сельское хозяйство и другие отрасли будут сокращать искусственные источники метана, часть достигнутого результата может быть нивелирована реакцией природных экосистем на уже произошедшее потепление. Наибольший риск исследователи связывают с Восточной Сибирью.

Это один из примеров положительной климатической обратной связи. Рост концентрации парниковых газов повышает температуру, потепление меняет состояние природных экосистем, а те начинают выделять дополнительное количество парниковых газов. Дополнительный метан, в свою очередь, способствует дальнейшему нагреванию атмосферы.

Однако говорить о неизбежной «метановой катастрофе» было бы неправильно. Будущая динамика зависит от масштаба глобального потепления, изменения осадков, состояния мерзлоты, частоты пожаров и множества других факторов. Сценарий с очень высокими выбросами показывает прежде всего границы возможного риска.

Новые данные важны еще и потому, что климатические стратегии традиционно уделяют большое внимание контролируемым человеком источникам метана: нефтегазовой отрасли, угольным шахтам, животноводству и

отходам. Природные источники невозможно просто отключить техническими средствами, поэтому их усиление меняет расчеты того, насколько быстро необходимо сокращать антропогенные выбросы.

Сибирь в этом отношении становится одним из ключевых регионов планеты для климатического мониторинга. Огромные запасы органического углерода, вечная мерзлота, болота, леса и быстро меняющийся арктический климат образуют сложную систему, реакция которой может иметь последствия далеко за пределами России.

Исследование показывает, что глобальный метановый баланс нельзя оценивать только по сегодняшнему состоянию природных источников. По мере дальнейшего потепления сами эти источники способны меняться, причем в отдельных регионах быстрее, чем предполагалось. Поэтому наблюдение за Сибирью становится важной частью ответа на более широкий вопрос: насколько сильно природные климатические обратные связи способны усложнить человечеству задачу по сдерживанию глобального потепления.

Ссылка: «Десятилетнее удвоение выбросов метана в Сибири из-за пожаров, вызванных потеплением, и метаногенеза» DOI: [10.1126/science.aea5828](https://doi.org/10.1126/science.aea5828).