

Ученые рассчитали предел прогноза погоды: теоретически он может достигать 129 дней



Дата публикации: 11.08.2026

Насколько далеко в будущее человечество когда-нибудь сможет предсказывать погоду? Сегодня достаточно надежные метеорологические прогнозы ограничены примерно двумя неделями, а дальше неопределенность быстро возрастает. Новое теоретическое исследование предлагает значительно более далекую границу: при идеальных условиях фундаментальный предел предсказуемости атмосферы может составлять около 129 дней. Это не означает, что синоптики скоро начнут точно сообщать погоду на четыре месяца вперед. Речь идет о физическом потолке, выше которого детальный прогноз состояния атмосферы может стать принципиально невозможным.

Проблема пределов прогнозирования волнует метеорологов практически с момента появления численных моделей погоды в середине XX века. Атмосфера представляет собой хаотическую систему: чрезвычайно небольшие различия в исходных условиях со временем способны привести к совершенно разным результатам. Именно с этим связан знаменитый эффект бабочки, ставший популярной иллюстрацией теории хаоса.

Современный прогноз начинается с огромного массива наблюдений: температуры, атмосферного давления, влажности, направления и скорости ветра, состояния облачности, параметров океана и множества других величин. Эти данные поступают со спутников, метеостанций, самолетов, кораблей, буев и радиозондов. Затем суперкомпьютеры рассчитывают дальнейшую эволюцию атмосферы на основе физических уравнений.

Проблема заключается в том, что измерить состояние атмосферы абсолютно точно невозможно. Любой прибор имеет погрешность, а наблюдательная сеть не способна измерить каждую точку воздушной оболочки Земли. Незначительная начальная ошибка постепенно увеличивается, и спустя достаточно длительное время варианты развития погоды начинают существенно расходиться.

Именно рост таких ошибок традиционно использовали для оценки максимальной продолжительности прогноза. Однако авторы новой работы предложили посмотреть на проблему иначе. Исследователи задались вопросом, что произошло бы в совершенно идеализированной ситуации, если бы ученым было точно известно начальное состояние всей атмосферы, физические законы были описаны без ошибок, а будущие крупномасштабные граничные условия также были известны.

На первый взгляд в такой модели погоду можно было бы прогнозировать бесконечно. Если начальное состояние известно абсолютно точно и уравнения безошибочно описывают происходящие процессы, система должна сохранять информацию о своем прошлом. Но исследователи обратили внимание на источник неопределенности, который нельзя просто устранить более совершенными спутниками или компьютерами, — поступающее от Солнца излучение.

Солнце является главным энергетическим двигателем земной атмосферы. Оно нагревает поверхность планеты, создает температурные контрасты, участвует в формировании ветров, испарении воды, облаков, осадков и глобальной циркуляции. Практически любое атмосферное движение в конечном счете связано с перераспределением энергии.

Авторы исследования рассмотрели неопределенность, связанную с фазой постоянно поступающих солнечных фотонов. Даже если представить атмосферу с идеально известным исходным состоянием, новый поток солнечной энергии продолжает поступать извне. Исследователи предположили, что квантовая неопределенность этого излучения постепенно распространяется по атмосферной системе.

С течением времени солнечная энергия вовлекается во все большее

количество процессов и в конечном итоге воздействует практически на всю атмосферу. В предложенной модели наступает момент, когда первоначальная информация о состоянии системы оказывается настолько переработана поступившей энергией, что атмосфера фактически теряет память о своем исходном состоянии. Этот момент исследователи называют энергетической точкой перегиба.

Для оценки времени ее наступления ученые использовали суммарную энергию атмосферы, величину входящего потока солнечного излучения и неопределенности измерений. Расчеты дали результат 129 ± 7 дней. Именно этот интервал авторы рассматривают как возможный фундаментальный предел внутренней предсказуемости погоды.

Разница с современными возможностями огромна. Практическая предсказуемость сегодня находится примерно в районе 14 дней. После этого конкретный прогноз температуры, дождя, ветра или прохождения атмосферного фронта становится слишком неопределенным. Поэтому прогноз на месяц вперед принципиально отличается от обычного прогноза на завтра: он чаще описывает вероятности и климатические отклонения, а не точную последовательность погодных событий.

Исследование предполагает, что между нынешними возможностями и фундаментальным физическим пределом остается значительный резерв. Однако наиболее интересный вывод состоит в том, что эти дополнительные дни распределяются неравномерно с точки зрения качества информации. Авторы оценивают, что при практически идеальной системе прогнозирования уровень точности, который сегодня характерен примерно для пятидневного прогноза, теоретически можно было бы сохранить приблизительно до 62 дней.

Это исключительно амбициозная оценка. Она не означает, что через несколько лет приложение на смартфоне сможет достоверно сообщить, будет ли дождь через два месяца. Для приближения к такому уровню потребовалось бы радикально повысить точность наблюдений, качество моделей, описание океана и суши, вычислительные возможности и понимание многочисленных физических процессов.

После условной границы около 62 дней, согласно предложенной концепции, прогнозируемость могла бы сохраняться еще некоторое время, но уже при значительно меньшей достоверности. В результате 129 дней следует понимать как последний теоретический горизонт, за которым внутренняя эволюция атмосферы теряет практически всю полезную информацию о первоначальном состоянии.

Здесь также необходимо различать погоду и климат. Невозможность определить конкретную погоду через несколько месяцев не означает невозможность делать сезонные или климатические прогнозы. Например, ученые могут оценивать вероятность более теплой зимы или влияние Эль-Ниньо на определенный регион, не зная, будет ли дождь в конкретном городе в конкретный день. Это разные типы предсказаний.

Если новая оценка подтвердится независимыми методами, она может изменить представление о потенциальных возможностях метеорологии. Ранее предел примерно в две недели нередко воспринимался почти как непреодолимая граница, обусловленная хаотической природой атмосферы. Новая работа предполагает, что между сегодняшними прогнозами и абсолютным физическим потолком существует гораздо больше пространства для развития.

Практическое значение такого улучшения было бы огромным. Более продолжительные надежные прогнозы позволили бы значительно раньше готовиться к волнам жары и холода, засухам, периодам сильных осадков и другим опасным погодным явлениям. Сельское хозяйство, энергетика, транспорт, авиация, судоходство и системы предупреждения чрезвычайных ситуаций получили бы дополнительное время для принятия решений.

Однако сами авторы относятся к результату как к теоретической оценке, которую необходимо проверить другими независимыми подходами. Исследовательская группа уже работает над такими расчетами. Главная ценность работы пока заключается не в обещании четырехмесячного прогноза, а в попытке определить физическую границу того, насколько далеко вообще способна продвинуться наука о погоде.

Если оценка около 129 дней выдержит дальнейшие проверки, современная метеорология окажется значительно дальше от своего предела, чем считалось ранее. Сегодня две недели выглядят практически горизонтом детального прогноза, но теоретический потенциал атмосферы может быть намного больше. И тогда один из главных вопросов метеорологии изменится: не почему мы не способны видеть погоду дальше двух недель, а какую часть огромного пространства между 14 и 129 днями человечество сможет освоить.

Ссылка: «Новый подход к оценке предела предсказуемости» [DOI: 10.1007/s00376-026-5621-8](https://doi.org/10.1007/s00376-026-5621-8).