

ВЫБОР РЕДАКЦИИ

"ИИ-модели пока плохо справляются с ураганами". Как с помощью нейросетей предсказывают погоду и строят климатические модели

Анна Мороз

13 сентября 2026 года 07:05 мск

 Подпишитесь на нас в Google



Сотрудник Агентства метеорологии, климатологии и геофизики (BMKG) в Джакарте (Индонезия) за работой. 15 апреля 2026 года. Фото: Reuters

Искусственный интеллект все чаще применяется в самых разных областях науки – особенно в тех, где необходима быстрая обработка большого массива данных. В последние годы из-за участившихся экстремальных погодных явлений и активного

изменения климата метеорологи и климатологи из разных стран ищут новые способы создания более точных прогнозов и проекций.

Помогает ли им ИИ и как именно? Об этом Настоящее Время спросило климатолога, ведущего научного сотрудника германского Института полярных и морских исследований имени Альфреда Вегенера в Бремерхафене (Alfred Wegener Institute, AWI) Николая Колдунова.

| Как искусственный интеллект помогает предсказывать погоду

Современный прогноз погоды составляется так, рассказывает Колдунов: "У нас есть наблюдения со спутников или с метеостанций, и мы эти наблюдения собираем за какой-то период времени и создаем из них так называемые начальные условия: как распределена температура, как распределено давление, как распределен ветер по поверхности земли – и закладываем эти начальные условия в нашу модель, которая предсказывает погоду".

Метеорологические наблюдения с поверхности планеты и из верхних слоев атмосферы – спутниковые снимки, показатели с метеостанций на суше, морских датчиков и приборов для аэрологического зондирования – загружаются в систему "усвоения данных", которая создает начальные условия для нового прогноза. В материале о составлении прогнозов специалисты британской метеорологической службы [объясняют](#), что "каждый цикл начинается с предыдущего прогноза состояния атмосферы, известного как фон, и включает миллионы новых наблюдений". "Цель – скорректировать фон, чтобы получить наилучшие возможные начальные условия для следующего запуска прогноза", – говорится в публикации.

Специалисты британской метеослужбы [уточняют](#), что система усвоения данных также "восполняет пробелы там, где отсутствуют прямые наблюдения – например, в отдаленных районах океана или в труднодоступных районах суши – путем объединения имеющихся данных с прогнозами модели." После создания начальных условий суперкомпьютер запускает [модель](#), которая составляет прогноз погоды: "Модель системы Земли затем используется для прогнозирования вероятной эволюции погоды".

В материале Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) [уточняется](#): "Численная модель основана на физических законах, определяющих изменения в атмосфере, на суше и в океанах. Для составления прогноза решаются математические уравнения, описывающие эти законы". После получения следующего набора метеонаблюдений модель ["сравнивает"](#) их с предыдущим прогнозом: "Предыдущий прогноз модели сопоставляется с вновь поступившими наблюдениями; затем состояние модели обновляется с учетом наблюдений, запускается новый прогноз – и цикл повторяется".

Количество исходных данных не позволяет использовать для составления прогнозов обычные компьютеры – для ежедневной работы и исследований в области метеорологии международные и [национальные метеослужбы](#) используют [суперкомпьютеры](#), постепенно внедряя технологии искусственного интеллекта.

ECMWF – одна из организаций, лидирующих в области внедрения ИИ в метеорологии, рассказывает Николай Колдунов: "Они работают над концепцией – Forecast-in-a-Box (*"прогноз в коробке"* – *НВ*), где "бокс" – это маленький компьютер, например лэптоп, на котором вы, скачивая начальные условия, можете сделать собственный прогноз погоды". Такая [система](#), объясняет эксперт, позволяет "просто скачать начальные условия и потом посчитать это все у себя локально, без огромных суперкомпьютеров."

Forecast-in-a-Box – часть европейской инициативы Destination Earth, проекта по созданию цифровой копии системы Земли, которая будет [имитировать](#) "атмосферу, океан, лед и сушу с непревзойденной точностью".

С прогнозированием погоды ИИ справляется все лучше, рассказывает Колдунов: "В классическом методе для того, чтобы создать прогноз погоды на десять дней, нужен огромный суперкомпьютер, на котором это все считается. В машинном обучении большой суперкомпьютер нужен для того, чтобы натренировать эту модель один раз. Потом это все считается за секунды. Ну, минуты, может быть".

Цифровая копия Земли должна быть полностью готова к работе к 2030 году. По мнению ученых, [система](#) поможет метеорологам с большей точностью прогнозировать экстремальные погодные явления, рассчитывать их возможные последствия, например, ущерб для инфраструктуры или вероятность паводков.

Сейчас, рассказывает климатолог, с прогнозированием экстремальных погодных явлений ИИ справляется далеко не так успешно, как стандартные физические модели, которые используются в метеорологии:

"ИИ-модели хуже справляются с ураганами, потому что у них недостаточно данных, на которых они тренируются. То есть, если из набора данных, на котором тренируются ИИ-модели, убрать ураганы определенного класса, допустим, самый сильный, то модель в принципе не будет их воспроизводить, потому что она не будет знать, что такие штуки существуют. Здесь физические модели все еще выигрывают, потому что они могут воспроизводить краевые (*экстремальные* – *НВ*) условия, которые не часто встречаются или вообще никогда до этого не встречались. У ИИ-моделей это пока плохо получается. В принципе, не совсем плохо – но сила не та, может быть, место чуть-чуть не то, расположение".

Климатические модели: физические проекции и AI-downscaling

В своем [докладе](#) за 2024 год ученые из Межправительственной организации по изменению климата (IPCC) при ООН и ВМО приходят к выводу: "Общепризнано, что выбросы парниковых газов, вызванные деятельностью человека, привели к увеличению частоты и/или интенсивности некоторых экстремальных погодных и климатических явлений по сравнению с доиндустриальным периодом, в частности к экстремальным температурным явлениям".

Чтобы определить, насколько могут усилиться экстремальные погодные явления в будущем, специалисты используют климатические проекции, которые опираются на физические законы. Расчеты производятся исходя из того, что количество парниковых газов на планете постоянно увеличивается, говорит Николай Колдунов: "Если условно говорить, мы просто добавляем больше CO2 в атмосферу, и это моделируется – вы просто добавляете его все больше и быстрее".



СМОТРИТЕ ТАКЖЕ:

"Выбросы переживут нас". Что происходило с климатом Земли в 2025 году – и что можно сделать в 2026-м, чтобы замедлить его изменение

Климатические модели не могут предсказать конкретные события в далеком будущем, продолжает ученый: "Мы говорим о десятилетиях и в среднем по статистике – больше ли будет теплых дней? Или больше ли будет ураганов? Мы не можем предсказать, что 2030 году будет определенный ураган".

Колдунов уточняет: "Климат работает с масштабами даже не года, а скорее десятилетия и столетия. То есть это более статистическая проблема, которая ограничивается так называемым форсингом, то есть парниковыми газами и так далее".

Климатологи Роберт Максуйни и Зик Хаусфазер в независимом издании Carbon Brief [описывают](#) принцип работы климатических моделей так: "На самом базовом уровне климатические модели используют уравнения для описания процессов и взаимодействий, определяющих климат Земли. Они охватывают атмосферу, океаны, сушу и покрытые льдом регионы планеты". Ученые добавляют, что "модели основаны на тех же законах и уравнениях, которые лежат в основе понимания учеными физических, химических и биологических механизмов, происходящих в системе Земли".

Внедрение искусственного интеллекта в климатологии происходит не так активно, как в области прогнозирования погоды, из-за отсутствия начальных условий, рассказывает

Николай Колдунов: "Чтобы проецировать климат в будущее, для physics-based models мы используем физику – у нас есть физические основы этого мира. Мы предполагаем, что будет такое-то изменение CO₂, мы закладываем это в модель и смотрим, как наша физика реагирует на этот будущий форсинг. У ИИ-модели нет примеров из будущего, ее не на чем тренировать".

"Независимую климатическую модель ИИ сделать сложно, поскольку мы ничего не знаем о будущем. У нас нет о нем информации", – добавляет климатолог. Кроме того, говорит Колдунов, в такие ИИ-модели пока не получается заложить напрямую все физические законы и уравнения, на которых строятся традиционные модели.

Одно из направлений, в рамках которого ИИ-модели сейчас применяются в климатологии – "улучшение" качества уже существующих климатических моделей: "Если у вас есть уже какая-то климатическая модель плохого разрешения, то вы можете делать так называемый downscaling (*изменение масштаба – НВ*). Вы берете, допустим, Европу и говорите – окей, у меня модель с разрешением 100 км на грид-бокс (*grid boxes – базовые единицы, на которые климатическая модель [разбивает](#) Землю – НВ*), а я хочу узнать, как у меня с десятикилометровым разрешением в Европе все будет меняться в смысле климата. Есть физические модели, которые делают этот downscaling, но есть и ИИ-модели, которые это тоже делают и дают возможность предположить, как изменения климата будут влиять на более локальном уровне: не на стокилометровом, который в Европе иногда покрывает целую страну, а на более локальном – десяти-, пятикилометровом разрешении".

Как дата-центры при метеослужбах влияют на окружающую среду

Суперкомпьютеры для моделирования климата и составления прогнозов погоды есть не только у Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF). Британская метеорологическая служба (MetOffice), Национальное управление океанических и атмосферных исследований в США (NOAA), российский гидрометцентр используют похожие мощности.

MetOffice [отмечает](#), что их суперкомпьютер – один из первых в области прогнозирования погоды, где все данные хранятся в облаке. При этом сама система не принадлежит метеослужбе: партнером агентства и поставщиком мощностей стала американская Microsoft. В отличие от MetOffice, другие национальные агентства сейчас в основном хранят данные на собственных серверах. Так, у [ECMWF](#) есть дата-центр, расположенный в Болонье, а мощности [NOAA](#) распределены по двум ЦОДам во Флориде и Орландо. Суперкомпьютер [Росгидрометцентра](#) – один из наименее мощных в сравнении с европейскими и американской метеослужбами.

На вопрос том, насколько сильно работа [дата-центров](#) при метеорологических и климатологических службах влияет на окружающую среду, Николай Колдунов отвечает так:

"Не сильнее, чем, какой-нибудь круиз вокруг света на огромном пароходе. Мне кажется, весь лимит можно было бы посчитать, если говорить про CO2 impact (*выброс углекислого газа в атмосферу – НВ*), отменив просто один такой круиз. Так что да, влияет, мы на это смотрим, но с моей точки зрения, это капля в море по сравнению со всем остальным. Во-первых, для климатических историй, для создания прогноза погоды большие компьютерные центры специально разработаны и специально работают для ECMWF. У них, например, два компьютера, потому что прогноз погоды должен состояться в любом случае: если один из них не работает, то будет работать второй. Тут уже речь идет о человеческих жизнях. Мне кажется, тут даже и говорить не о чем: они приносят гораздо больше пользы, чем вреда. Здесь можно взвешивать, как мы будем готовиться к изменениям климата и сколько денег, и CO2, и человеческих жизней мы сможем сохранить, зная о том, какие изменения нас ждут в том или другом районе. Но, отвечая прямо на ваш вопрос: [влиять](#). Сильно ли по сравнению с генеративным ИИ? Я думаю, что нас не видно вообще на этом графике, потому что генерация кошечек, думаю, гораздо больше влияет на природу".



СМОТРИТЕ ТАКЖЕ:

Сколько энергии и воды нужно для дата-центров, которые обеспечивают работу искусственного интеллекта, – и угрожает ли это Земле?

Что показывают современные климатические модели

С начала 2000-х годов ученые по всему миру проводят исследования – [сравнивают](#) изменения климата в существующих условиях с [прогнозами](#) старых моделей, рассказывает Николай Колдунов: "Люди смотрят, насколько их предсказания и проекции совпадают с тем, что мы видим сейчас. И было такое, что вполне себе совпадает, несмотря на то, что модели, которые мы использовали в двухтысячных, гораздо менее продвинутые, чем те, которые мы используем сегодня. Причина в том, что основные физические принципы работают. То есть если мы смотрим на среднее – увеличивается ли температура, точно можно сказать: да, увеличивается, и она будет увеличиваться. Такой у нее ответ на наш CO2".

Сейчас, продолжает Колдунов, в научном сообществе не обсуждается вопрос, будет ли климат становиться теплее: "Этот вопрос уже решен, сейчас мы отвечаем на вопрос, где и как будет происходить потепление и что при этом произойдет – больше осадков,

меньше осадков? Куда бежать, где покупать дома, где не покупать дома? Сейчас мы выясняем, как это все будет локально распределено, насколько лучше жить, допустим, на берегу моря, чем в центре Европы".

В ближайшие десятилетия, объясняет климатолог, средняя температура на Земле может превысить барьер в два градуса Цельсия по сравнению с доиндустриальной эпохой, но точно определить сроки невозможно:

"За один день ничего не случится, но это может случиться за несколько лет. Тот режим изменения, в котором мы живем, для Земли не характерен. Один из аргументов климатических скептиков состоит в том, что климат всегда менялся, в чем проблема? Климат действительно менялся, но это было не так быстро. Нынешние изменения в масштабах геологического времени происходят просто мгновенно, ни один живой организм не сможет к этому адаптироваться, поэтому у нас вымирают виды. Потому что куда им [деваться]? Белые медведи не успеют мигрировать на юг и стать обратно бурыми, условно говоря, потому что лед растает за несколько [десятков лет]. В Арктике летом льда у нас не будет, скорее всего, уже лет через 15-20".

Тем не менее, продолжает Колдунов, "природа нас всегда удивляет и может оттянуть это дело еще на 10-15 лет".

"Но в принципе тенденция однозначная. Это может быть чуть-чуть быстрее, чуть-чуть медленнее, но потепление просто по очень очень базовой физике никуда не денется, мы будем жить в гораздо более теплом мире. Но эти два градуса – это не так, что к 32, которые у нас сейчас есть, мы прибавляем еще два и получаем 34. Эти изменения неравномерны по земному шару", – объясняет климатолог.

Для островных государств и стран с выходами к морю проблемой станет не только рост температуры воздуха, но и повышение уровня океана. "На которое влияют две вещи. Самое главное – это так называемое тепловое расширение: вода расширяется при нагревании. И если мы на это смотрим в объеме или в масштабе земного шара, то из-за этого повышается уровень [океана]. Ну и второе – таяние ледников Гренландии и Антарктиды, это тоже внесло свой вклад. Это тоже предсказания, основываясь на которых, мы должны думать, как строить инфраструктуру будущего".

Для того, чтобы спроецировать возможные сценарии потепления, ученые используют системы [storylines](#), которые позволяют предположить тот или иной сценарий в зависимости от количества CO₂ в атмосфере и других параметров: "Они показывают, что если у вас 32 [градуса] сегодня, то через 10 лет у вас может быть и 40, потому что локальные условия таковы, что температура еще сильнее поднимается, а не на эти два градуса". Колдунов добавляет, что остановить глобальное потепление или замедлить его уже не получится, люди должны приспосабливаться к новым условиям : "Что нам

практически нужно делать? Скорее всего, просто готовиться к новому миру, в котором мы будем жить в более жарком климате, и готовить нашу инфраструктуру: готовить наши города, готовить наши жилища к тому, что жара будет все чаще и сильнее."



Читай нас в Телеграме

ПОДПИСАТЬСЯ

СМОТРИТЕ ТАКЖЕ:

- "Мы можем столкнуться с дефицитом питьевой воды". Как ученая помогает спасти ледники в Кыргызстане
- "Мы не хотим ограждать диких животных заборами". Как и зачем в горах Румынии восстанавливают популяцию европейских бизонов
- Разводят личинок мух и превращают мусор в предметы искусства. Как казахстанские экопредприниматели способствуют защите окружающей среды
- "Власти врут всему миру". Экоактивисты подали против России климатический иск в ЕСПЧ. Самих экоактивистов преследуют и выдавливают из страны
- Правда ли, что мусор на орбите скоро сделает невозможными полеты в космос? Рассказываем, что такое синдром Кесслера, и угрожает ли он Земле
- "Перейти на сторону моря и природы". Как бывший режиссер рекламы купил лодку и стал спасать от пластика фьорды Норвегии

МАТЕРИАЛ ИЗ РАЗДЕЛОВ:

В деталях

Видео и статьи

Лонгриды