

ВЫБОР РЕДАКЦИИ

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

Анна Мороз

меньше минуты назад

 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 мы спросили климатолога, ведущего научного сотрудника Института полярных и морских исследований имени Альфреда Вегенера (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 такой концепцией – Forecast-in-a-Box (*"прогноз в коробке"* – *НВ*), где бокс – это маленький компьютер или в принципе ваш лэптоп, на котором вы, скачивая начальные условия, можете сделать свой 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 принципе, в классическом методе для того, чтобы создать прогноз погоды на десять дней, вам нужен огромный суперкомпьютер, на котором это все считается. Для машинного обучения 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*) какие-то 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: "Это общепризнанный факт, 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 вот этих теплых дней? Или больше ли будет ураганов? Мы никогда 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:

"Для того, 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 нету примеров из будущего, ее не на чем тренировать".

"Независимую климатическую модель ИИ сделать сложно, поскольку мы не знаем ничего про будущее. У нас нет про него 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 которых 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, что будет, как будет будут изменения климата влиять на более локальном уровне. То есть не вот на стокилометровом, который для Европы 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 супер-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 ваш 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, даже не говорить не о чем: они приносят гораздо больше пользы, чем вреда с климатическими историями. Но здесь тоже 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 напрямую на ваш вопрос: [влияют](#). 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 – они 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: "То, чем мы сейчас уже занимаемся – мы не отвечаем на вопрос, увеличится ли температура, этот вопрос решен, мы отвечаем на вопрос, где, как? Что при этом произойдет – больше осадков, меньше осадков. Куда бежать, где покупать дома, где не покупать дома? То есть скорее такие вопросы уже решаются, и 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 2 градуса Цельсия по сравнению с доиндустриальной эпохой, но точно определить сроки невозможно:

"За один день ничего не случится, но это может случиться просто за несколько лет. В принципе тот режим изменения, в котором мы живем, для Земли не характерен. Один из аргументов климатических скептиков – климат всегда менялся, в чем проблема?

Климат – да, менялся, но это было по крайней мере не так быстро. Сейчас мы меняем все это. В масштабах геологического времени это просто мгновенно, и ни один живой организм не сможет к этому адаптироваться, поэтому у нас вымирают виды. Потому что куда им [деваться]? Они не успевают, белые медведи не успевают мигрировать на Юг и стать обратно бурыми, условно говоря, потому что лед растает за несколько [десятков лет]. Вот льда у нас не будет, летом, скорее всего, уже лет через 15-20 в Арктике".

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, и 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. Это все изменения, они достаточно 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, когда нагревается, она расширяется. И если мы это 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 о том, 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

нам, 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, и 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 спасать 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

[В деталях](#)

[Видео и статьи](#)

[Лонгриды](#)

© Настоящее Время. Все права защищены