

# Как предсказывают погоду

**ЕЛЕНА ХАВИНА**

*Прогноз погоды всегда интересовал мореходов, ведь от него многое зависит в плавании. Погоду пытались предсказывать еще во времена Аристотеля, однако, как и много веков назад, сегодня никто не может дать стопроцентную гарантию — слишком сложная система. Каковы же современные методы составления прогноза?*



фото Guy Salter/Ericsson 4/Volvo Ocean



**П**огода — это состояние нижней части атмосферы в данный момент. Понятно, что в целом она зависит от притока солнечной радиации, орографии, климата и рельефа местности. При этом конкретную погоду в конкретный момент времени определяют синоптические вихри — циклоны и антициклоны, которые формируются в тропосфере из-за неравномерности поля давления под влиянием вращения Земли.

Циклоны и антициклоны — это закрученные вихри размером от нескольких сотен в тропиках до двух-трех тысяч километров в высоких широтах. Они перемещаются над поверхностью планеты и отвечают за осадки, температуру, влажность

воздуха, направление и скорость ветра и, как следствие, за волнение.

## **ВРЕМЯ ЖИЗНИ**

Время жизни циклона обычно не превышает неделю, поэтому погода меняется быстро, а относительно точный прогноз

*Вращение Земли проявляется в виде силы Кориолиса, которая отклоняет тело, движущееся прямолинейно по поверхности вращающегося объекта, вправо или влево (зависит от условий). Благодаря этому эффекту на экваторе не формируются циклоны: там сила Кориолиса равна нулю, а значит нет фактора, формирующего вращение.*



более чем на три-четыре дня сделать крайне затруднительно. Например, чтобы в понедельник текущей недели предсказать погоду на следующую, необходимо угадать, где и какие вихри сформируются к ближайшей пятнице. При этом неизвестно, как, когда и где «умрут» активные сейчас циклоны к той самой пятнице. В эту «угадайку» играют методами физики, математики и численного моделирования.

#### **На чем основан прогноз погоды**

Современный прогноз погоды основан на архивах погодных наблюдений, информации о текущем состоянии атмосферы и знании физики атмосферных процессов и погодообразующих факторов. История погодных наблюдений берется си-

ноптиками из общих многолетних стандартизированных метеорологических наземных наблюдений, а также из архивов спутниковых данных. Информация о текущем состоянии наблюдений приходит с метеостанций, получается со спутников, от метеорологических зондов и метеолокаторов.

Результаты измерений усваиваются моделями, которые, опираясь на законы физики, в частности термо- и гидродинамики, вычисляют возможные сценарии развития текущей погодной ситуации. Такие вычисления очень ресурсозатратны, поэтому, чтобы успеть посчитать погоду на завтра, используют мощные суперкомпьютеры.

Ежедневный объем натуральных данных превышает несколько терабайт. Тем не менее этого недостаточно: метеостанции





расположены на Земле неравномерно, а спутниковые данные имеют довольно низкое разрешение несмотря на обилие аппаратов на орбите. Продукт модельных расчетов с учетом результатов измерений вы видите на картах различных метеоприложений, например в Windy, Windguru.

Чтобы устранить неточности расчетов и данных, в игру вступают живые синоптики. Они просматривают результаты моделирования, учитывают многолетние архивы наблюдений, особенности рельефа, растительности и прочие местные факторы, и корректируют прогноз под нужный регион, опираясь на собственный опыт. Так получается прогноз, который используется в аэропортах и транслируется по радио для судоводителей.

В последние годы работу синоптиков по уточнению расчета под конкретную местность пытаются заменить технологиями. Для этого применяют методы машинного обучения. Берется прогноз, сравнивается с реальной погодой в конкретном месте, на основе сравнения за много дней формируются правила корректировки прогноза в конкретных координатах. Такой подход, например, использует сервис «Яндекс. Погода».

#### **Модельный ряд**

Модели атмосферы бывают глобальные (расчет делается на всю поверхность Земли или хотя бы на полушарие) и локальные (расчет на некоторый участок поверхности, например на территорию страны или города, с высоким разрешением).

Среди наиболее популярных глобальных моделей можно назвать GFS, на которой работает Windguru, ECMWF (ее использует, к примеру, Yahoo-погода), ICON (на ней базируется сервис Windy). Они позволяют производить расчеты с шагом не более 50 км. Модели, естественно, конкурируют друг с другом и постоянно борются за точность.

*За полвека точность расчетов на первый день выросла с 40 до 95% для основных метеопараметров. Точность прогноза осадков на первый день сейчас составляет 80%, а для каждого последующего дня она снижается на 2–3%.*

Расчеты глобальных моделей уточняются локальными. Последним для работы необходима информация о состоянии атмосферы на границах области расчета. Ее берут из глобальных моделей. Получается замкнутая система.

Одна из популярных локальных моделей называется WRF (Weather Research and Forecasting). Она подробнее GFS и ECMWF, учитывает множество параметров, включая местные небольшие формы рельефа и городскую застройку, и производит расчет с шагом сетки не менее 5 км, что хорошо. Локальные модели используются для уточнения глобальных как онлайн-сервисами, так и метеослужбами. Полученные с их помощью расчеты попадают в погодные приложения, на сайты погоды и в новости.

Прогноз погоды — штука вероятностная, поэтому в последнее время принято пользоваться ансамблем моделей. Идея

заключается в варьировании каких-нибудь параметров и произведении нескольких расчетов, чтобы получить несколько сценариев развития текущей ситуации с немного разными входными данными. Полученные сценарии усредняются и объявляются прогнозом.

### **Если солнце село в воду...**

В обиходе яхтсменов много примет про погоду. «Если солнце село в воду, жди хорошую погоду. Если солнце село в тучу, значит завтра будет буча», «Чайка ходит по песку — моряку сулит тоску, только чайка села в воду — жди хорошую погоду»... Все это — народная мудрость, в основе которой — систематизированные, проверенные годами и изложенные в виде незатейливых стишков способы предсказания погоды по местным признакам. Работают ли они? Чаще всего — да.

Прогноз погоды по местным признакам на ближайшие несколько часов — сутки на практике, при должной сноровке наблюдателя, может оказаться точнее прогноза, сформированного моделью или сформулированного синоптиком. Кстати, такое прогнозирование еще и оперативнее остальных: на расчеты модели требуются часы, синоптику нужно минимум четверть часа, а по местным признакам прогноз собирается за минуты.

Большая часть местных признаков, по которым можно собрать прогноз, связана с облачностью, ветром и суточным ходом метеопараметров. Типы и развитие облаков являются отражением процессов перемешивания воздушных масс, конденсации и испарения влаги, формирования осадков. Подмечая характерные изменения и типы облачности, можно идентифицировать соответствующие процессы и предстоящие погодные явления.

### **А что там с климатом**

Обсуждая погоду, нельзя не сказать о климате. Вопрос, происходит изменение климата или нет, уже давно не обсуждается специалистами. Сейчас дискуссия идет о причинах и масштабах наблюдаемых в последние десятилетия изменений.

Для исследования климата и прогнозирования его изменений на разные временные интервалы используются те же математические модели. Только в случае с климатом расчеты идут не на несколько дней вперед, а на годы. Такие вычисления, очевидно, требуют большего машинного времени и имеют еще более вероятностный характер. Причем прогноз может обещать как потепление, так и похолодание — в зависимости от того, на какой срок он дается.

Как в случае с климатом, так и в случае с погодой абсолютно точный прогноз недостижим. Атмосфера Земли, особенно в нижних слоях, — штука очень сложная и изменчивая. В отличие от океана, она быстро нагревается и быстро перемешивается, из-за чего все меняется мгновенно. Как бы то ни было, прогноз ее состояния в целом работает, однако поправку на реальность нам, судоводителям, еще долго придется вносить самостоятельно. И при должной подготовке и интуиции мы угадаем.

