

**Э. В. Переходцева** (Москва, Гидрометцентр РФ, МИРЭА). **Комплексный статистический прогноз шквалов, смерчей и штормового ветра на основе гидродинамико-статистических моделей.**

Возникновение шквалов, смерчей и летнего штормового ветра со скоростью  $V > 20$  м/с и тем более с  $V > 24$  м/с непосредственно связано с активной конвекцией и развитием мощной кучево-дождевой облачности. Заблаговременный (за 12–48 ч) прогноз таких явлений практически не осуществляется. Штормовое предупреждение об этих явлениях дается обычно за 3 ч, исходя из субъективных расчетных методов. В большинстве сложных метеорологических ситуаций синоптиками прогнозируются порывы ветра при грозе со скоростью 15–18 м/с, реже – со скоростью свыше 24 м/с. Гидродинамические модели прогноза погоды пока еще не дают успешных прогнозов шквалов, смерчей и штормового ветра со скоростью  $V \geq 25$  м/с и даже с  $V > 19$  м/с.

Первый объективный статистический прогноз на текущий день сильных шквалов был получен на основе разработанной автором статистической модели распознавания и прогноза метеоситуаций, вызывающих сильные шквалы. Модель была создана с помощью байесовского подхода и специального алгоритма отбора наиболее информативных слабо зависимых предикторов. Оперативные испытания этого метода прогноза показали его успешность по сравнению с расчетными синоптическими методами. По этой модели были удачно спрогнозированы смерчи в 1984–1986 гг. (в пунктах Иваново, Пенза, Рязань, Москва), когда синоптики неизменно предсказывали сильные грозы.

Затем с целью полной автоматизации прогноза с использованием выходных прогностических значений полей первой гидродинамической полусферной модели прогноза в 1993 году была создана еще одна статистическая модель и новый гидродинамико-статистический метод прогноза шквалов со скоростью ветра свыше 19 м/с (с заблаговременностью 12–24 ч), а позднее (в 1999 году) и свыше 24 м/с. Эти методы прогноза шквалов и сильных порывов штормового ветра также были внедрены в синоптическую практику пяти Управлений по гидрометслужбе Европейской территории России, куда регулярно до 2006 года прогнозы передавались в виде телеграмм два раза в сутки. Позднее эта модель была успешно адаптирована к территории Сибири.

В течение 2008–2009 гг. в связи с вводом в Гидрометцентре России новой оперативной гидродинамической региональной модели, проводилась разработка новой гидродинамико-статистической модели прогноза. В настоящее время автоматизированный гидродинамико-статистический прогноз явлений шквалов, смерчей и штормового летнего ветра прогнозируется по гидродинамико-статистической модели прогноза, использующей выходные прогностические поля региональной модели Гидрометцентра России с горизонтальным разрешением  $75 \times 7$  км. С помощью этого нового гидродинамико-статистического метода прогноза (заблаговременностью 12–48 ч) были даны прогнозы смерчей в Московской области (г. Краснозаводск), в Санкт-Петербурге, Ленинградской и Нижегородской областях и большое количество сильных шквалов ( $V = 22$ –28 м/с). Проведенные в 2010–2011 гг. независимые испытания этого метода

прогноза сильных шквалов и штормового ветра на территории областей Центрального района показали практически 100% предупрежденность этих явлений. Оценка независимых испытаний прогноза с помощью критерия Пирси–Обухова  $T = 1 - a - b$ , для заблаговременности 12 ч и 24 ч составила  $T = 0,65 - 0,58$  при очень малой повторяемости явлений (повторяемость отсутствия явлений в сотни раз больше). Поэтому, несмотря на небольшую ошибку  $b$  «ложных тревог», их количество хотелось бы уменьшить, учитывая эти экономические потери при ошибках второго рода (отмена вылетов самолетов, приостановка строительства). Эти потери, конечно, в сотни раз меньше, чем ущерб при пропуске этих явлений (который составляет обычно не менее 1 млн. руб., не считая человеческих жертв). Поэтому для каждого административного региона предлагается использовать комплексный метод прогноза сильных шквалов и штормового ветра со скоростью  $V > 24$  м/с, включающий результаты категорического прогноза по трем представленным методам, исходя из особенностей региона, как географических, так и народнохозяйственных.

Комплексный прогноз составляется как  $\Pi = \max(\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3)$ . Поскольку слагаемые равны или 0, или 1 (так как прогнозы категорические), исходя из ожидаемых потерь в прогнозируемой области, синоптик может давать прогноз шквала или только в случае  $\Pi = 3$  (чтобы уменьшить потери при «ложных тревогах»), или, если в этом регионе слишком велики потери при «пропуске цели», давать прогноз сильных шквалов даже и при  $\Pi = 1$ . Поскольку все составляющие методы прогноза полностью автоматизированы, на экран АРМ дежурного синоптика достаточно быстро выводятся карты с выделенными областями прогноза шквалов. Поэтому принятие синоптиком решения о прогнозе не предполагает сложных расчетов в течение длительного времени, а представленный комплексный метод прогноза сильных шквалов, смерчей и летнего штормового ветра является эффективной помощью в синоптической практике.