

СПОСОБ ПРОГНОЗА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЦИКЛОНОВ, СМЕЩАЮЩИХСЯ С НОРВЕЖСКОГО МОРЯ НА ЕВРОПЕЙСКУЮ ТЕРРИТОРИЮ РОССИИ

Андронников В.В.¹, Костылева Л.Н.¹

¹ – ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия, kostyleva12@yandex.ru

Аннотация. Предложен способ перемещения и эволюции циклонов. Полученные уравнения позволяют проводить прогноз скорости перемещения приземного центра циклона, значения давления в центре циклона и тенденции его изменения за сутки.

Ключевые слова: циклон, давление, скорость ветра, температура воздуха.

Циклоны, которые образуются в высоких широтах и имеют значительную южную составляющую при перемещении с северо-запада на юго-восток, называют «ныряющими». На Европейскую территорию страны эти циклоны обычно приходят («ныряют») с Норвежского и Баренцева морей через Скандинавский полуостров. Скорость их перемещения и степень проникновения к югу, прежде всего, зависит от ориентировки высотной фронтальной зоны (ВФЗ) и интенсивности развития циклона.

Решающее значение в формировании ВФЗ имеют температурные различия между теплой подстилающей поверхностью Северной Атлантики и выхолаженной, покрытой льдом, частью полярного бассейна.

Следовательно, в центральной части исследуемого района располагается зона интенсивных «сбросов» масс арктического воздуха из арктического бассейна на материк Европы – именно здесь происходит активный обмен воздушными массами между приполярной областью и средними широтами.

Большой интерес к «ныряющим» циклонам вызван тем, что они приносят на Европейскую территорию России очень сложные метеорологические условия. Чаще всего они возникают в холодную половину года, когда в высотной фронтальной зоне создаются большие контрасты температуры. Продолжительность нахождения этих циклонов в пределах Европейской территории России составляет в среднем 2-3 суток. Скорость их перемещения колеблется в пределах от 20 до 100 км/ч и в среднем составляет 45 км/ч. После выхода с водной поверхности на сушу, они в большинстве случаев вначале углубляются (около 65 % случаев), а затем заполняются. В остальных случаях они либо медленно заполняются (около 30 % случаев), либо остаются без изменения или регенерируют (примерно в 5 % случаях).

При выполнении данной работы был использован архивный материал за 1971-1992 гг. Необходимые для анализа параметры снимались с приземных карт погоды, карт абсолютной и относительной топографии. За этот период было рассмотрено развитие 121 «ныряющего» циклона.

Исследовались следующие термодинамические характеристики барического поля, указывающие на образование и дальнейшее развитие циклонов:

- 1) скорость ветра на уровне 700 гПа и градиент средней температуры воздуха в слое 500-1000 гПа над различными частями циклонов;
- 2) адвекция вихря скорости на уровне 700 гПа и адвективные изменения средней температуры воздуха в слое 500-1000 гПа над центральной частью циклонов на приземных картах;
- 3) изменение вихревого движения воздуха с высотой в нижней половине тропосферы в области циклона;
- 4) изменение средней температуры воздуха в слое 500-1000 гПа;

5) влияние на изменение давления в центрах циклонов у поверхности земли различных факторов.

Анализируя за исследуемый период распределение случаев возникновения «ныряющих» циклонов по сезонам, выявлено, что максимальное их количество наблюдается зимой – 61 циклон (50,4 %), минимальное летом – 20 циклонов (16,5 %), в переходный период года отмечается 40 циклонов (33,1 %).

В таблице 1 представлены полученные уравнения линейной множественной регрессии для прогноза скорости перемещения приземного центра циклона, значения давления в центре циклона и тенденции его изменения за сутки (кроме первого дня).

Таблица 1 – Результаты расчетов характеристик циклонов

Первый день		
$V = 20,61 + 0,3 V_{700} - 0,2 \nabla^2 P_0 + 2,89 \left(\frac{\partial H}{\partial t} \right)_B - 0,36 \frac{\partial H}{\partial t}$		
$P_0 = 1005,9 - 4,23 n - 0,29 \nabla H_{700}$		
Второй день		
$V = 9,61 + 0,46 V_{700} - 0,32 P_0 + 0,74 P(P-\Pi/)$		
$P_0 = 1009,6 - 0,21 V_{700} - 3,04 n + 0,3 P_0$		
$\Delta P_0 = -215,6 + 0,14 V_{700} + 0,95 \nabla^2 P_0 - 2,3 \left(\frac{\partial H}{\partial t} \right)_B + 0,21 P_0$		
Третий день		
$V = -3,25 - 0,17 V_{700} - 1,03 n + 0,31 P_0$		
$P_0 = 1005,5 - 0,1 V_{700} - 3,09 n + 0,28 P_0$		
$\Delta P_0 = -15,7 + 1,2 P(P-\Pi/) - 0,27 \nabla^2 P_0 + 0,22 \nabla^2 H_{700} + 0,25 P_0$		

В таблице 2 приведена оценка полученных уравнений по величине множественного коэффициента корреляции, среднего квадратического и среднего нормального отклонений между фактическим и расчетным значениями

Таблица 2 – Оценка успешности прогнозов скорости перемещения и эволюции циклонов

	Первый день		Второй день			Третий день		
	V	P ₀	V	P ₀	Δ P ₀	V	P ₀	Δ P ₀
R	0,45	0,67	0,46	0,67	0,42	0,34	0,71	0,58
СКО	12,32	9,2	14,2	8,13	7,42	3,2	7,3	6,06
СНО	9,72	7,23	0,42	6,34	5,85	11,1	5,8	4,74

Приведенные уравнения позволяют с определенной точностью (см. таблицу 1), используя фактические значения параметров, характеризующих состояние «ныряющих» циклонов, проводить диагноз, а используя прогностические значения - прогноз скорости перемещения приземного центра циклона, значения давления в центре циклона и тенденции его изменения за сутки.

Следует заметить, что в прогностической практике и в каждой конкретной синоптической ситуации возможны различные варианты решений, которые могут основываться как на учете общих закономерностей развития атмосферных процессов, так и иных подходов к прогнозированию циклонических образований и, естественно, на личном практическом опыте прогнозиста.

Литература

1. Байдал М.Х., Неушкин А.И., Самсонова Л.Ю. Длительные периоды однородностей циркуляции и основные пути циклонов в северном полушарии // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 1987. – Вып. 141. – С. 10-17.

2. Байдал М.Х. Многолетняя изменчивость блокирующих антициклонов и связанные с ними явления. // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 1984. – Вып. 112. – С. 40-52.
3. Бардин М.Ю. Изменчивость характеристик циклоничности в средней тропосфере умеренных широт Северного полушария. // Метеорология и гидрология. – 1995. – № 11. – С. 24-37.

METHOD FOR PREDICTING THE MOVEMENT AND EVOLUTION OF CYCLONES SHIFTING FROM THE NORWEGIAN SEA TO THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA

Andronnikov V. V.¹, Kostyleva L. N.¹

¹ – *Air Force Academy Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin, Voronezh, Russia*

Abstract. A method of moving and evolution of cyclones is proposed. The equations obtained allow us to predict the speed of movement of the surface center of the cyclone, the pressure values in the center of the cyclone and the trend of its change per day.

Key words: cyclone, pressure, wind speed, air temperature.