

УДК 550.388.2

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРАМЕТРОВ МЕЗОСФЕРНОГО ВЕТРА ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНО-ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНА

С.В. Панасенко

STATISTICAL CHARACTERISTICS OF MESOSPHERIC WIND PARAMETERS OVER CENTRAL EUROPE

S.V. Panasenko

Установлено, что весной и осенью вектор скорости имел различные направления с некоторым преобладанием южного, особенно в весеннее время. Его величина лежала в пределах 0–40 м/с. Зимой наблюдалось преобладающее направление вектора скорости на юг, а наиболее вероятное значение его величины было около 40 м/с. В невозмущенные дни ($\Sigma K_p \leq 35$) величина скорости ветра обычно составляла 0–50 м/с, а в магнитовозмущенные дни ($\Sigma K_p > 35$) она изменялась от 0 до 30 м/с. В возмущенные дни вектор скорости имел преобладающее направление на юг. При отсутствии возмущений направление на юг и на север были примерно равноправны

Velocity vector was shown to have different directions in spring and autumn; some predominance of the south direction was observed in spring. Its value was about 0–40 m/s. The southward direction of velocity vector was predominant in winter, and its value mode was about 40 m/s. The value of wind velocity was usually from 0 to 50 m/s on undisturbed days ($\Sigma K_p \leq 35$); it varied from 0 to 30 m/s on days with magnetic disturbances ($\Sigma K_p > 35$). On disturbed days, predominant direction of velocity vector was southward. On undisturbed days, it was equally northward and southward.

Введение

Изучение как глобального, так и регионального поведения динамических процессов в мезосфере занимает важное место в комплексных международных исследованиях. Несмотря на то что к настоящему времени получен огромный объем экспериментальных данных и проведены обширные теоретические исследования [1–5], построение долговременной модели, адекватно описывающей динамические процессы в глобальном масштабе в целом и в Центрально-Европейском регионе в частности, еще далеко от своего завершения. Это связано с недостаточным пониманием всего самосогласованного комплекса физико-химических процессов в открытой динамической системе Солнце–межпланетная среда–геокосмос–атмосфера–Земля, с зависимостью исследуемых величин от большого количества геофизических параметров, неравномерностью размещения средств наблюдения по поверхности Земли, что не позволяет изучать динамику атмосферы в глобальном масштабе, наличием границ применимости, существенными погрешностями и слабой чувствительностью используемых методов и т. п.

Целью работы является определение статистических характеристик вектора горизонтальной скорости ветра в мезосфере над Украиной в разные сезоны и при различных уровнях магнитной активности.

Средства наблюдения и методика обработки

Исследования параметров ВВ проводятся при помощи среднечастотного радара (рабочая частота 2–3 МГц), расположенного в Радиофизической обсерватории Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Описание радара и его технические характеристики приведены в работах [6–7]. Радиосигналы радара частичных отражений принимались с высот 80–90 км. Всего было проанализировано более 280 ч данных, собранных в течение 2002–2007 гг., для трех или четырех высот. Для получения вектора горизонтальной скорости ветра использовался метод полного корреляционного ана-

лиза, описанный в работе [3]. Найденные значения величины и направления этого вектора, а также зональной и меридиональной скорости подвергались статистическому анализу.

Результаты статистического анализа

Гистограммы параметров ветра в мезосфере для различных сезонов и уровней магнитной активности приведены на рис. 1–4.

Из рис. 1 видно, что в весеннее и осеннее время года величина вектора скорости ветра невелика и обычно лежит в диапазоне 0–40 м/с. В зимнее время ее наиболее вероятное значение составляет около 40 м/с. Видно также, что весной и осенью вектор скорости имеет различные направления с некоторым преобладанием южного, особенно в весеннее время. Зимой наблюдается ярко выраженное преобладающее направление вектора скорости на юг ($\phi \approx 180^\circ$). Наиболее вероятные значения зональной скорости ветра во все рассматриваемые сезоны, а также меридиональной скорости весной и осенью расположены вблизи нуля (рис. 2). В то же время величина меридиональной скорости зимой обычно лежит в пределах от –60 до –5 м/с и имеет наиболее вероятное значение около –40 м/с.

Сравнение гистограмм параметров ветра в невозмущенных ($\Sigma K_p \leq 35$) и возмущенных ($\Sigma K_p > 35$) условиях выявило следующие особенности (рис. 3 и 4). Видно, что в невозмущенные дни величина скорости ветра обычно лежит в пределах 0–50 м/с, в то время как в магнитовозмущенные дни диапазон ее изменения несколько меньше и обычно составляет 0–30 м/с. Также в возмущенные дни вектор скорости имеет преобладающее направление на юг, а при отсутствии возмущений направление на юг и на север примерно равноправны.

Прслеживается зависимость диапазона вариаций зональной и меридиональной скоростей от уровня магнитной активности. В невозмущенные дни значения V_z и V_m изменяются от –20 до 40 м/с и от –70 до 90 м/с соответственно, а магнитовозмущен-

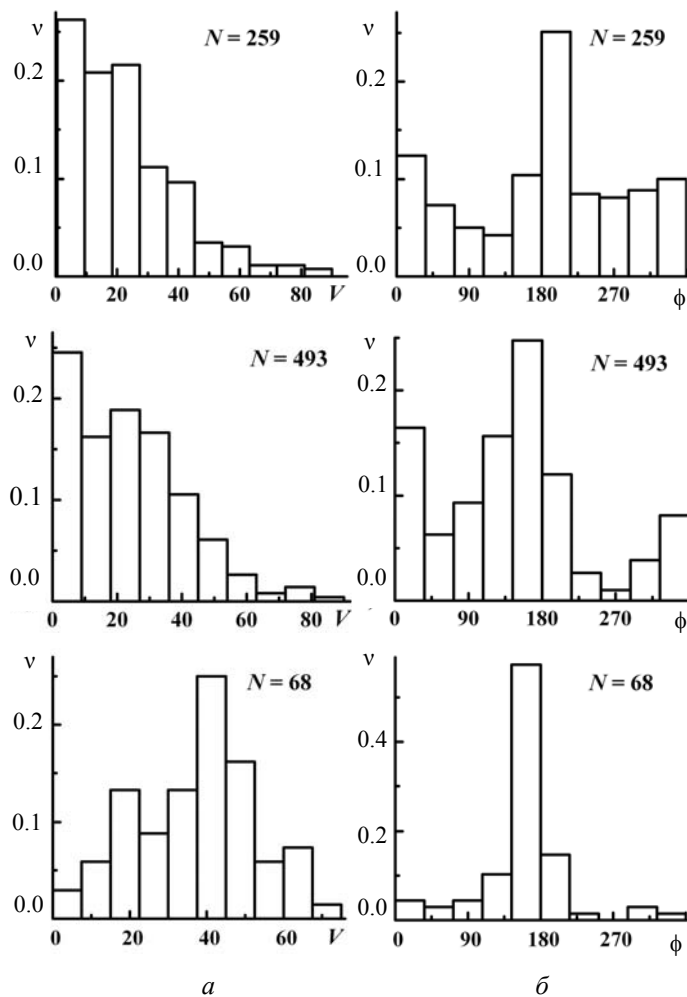


Рис. 1. Гистограммы величины (а) и направления (б) скорости ветра для весны (верхняя панель), осени (средняя панель) и зимы (нижняя панель). Здесь и далее V – в м/с, ϕ – в градусах.

ные дни – соответственно от -20 до 20 м/с и от -60 до 50 м/с.

Обсуждение

Полученные зависимости вектора скорости ветра могут быть связаны с глобальными особенностями динамических процессов в мезосфере. В весеннее и осеннее время года имеет место перестройка общей циркуляции атмосферы. В это время происходит активное проникновение акустико-гравитационных волн (АГВ) из нижних слоев атмосферы (тропосферы и стратосферы) в мезосферу. Перечисленные факторы приводят к существенным вариациям вектора скорости в течение дня и ото дня ко дню, к уменьшению величины и к отсутствию выделенного направления этого вектора. Зимой значительных вариаций не обнаружено, что может быть отчасти вызвано недостаточным массивом данных наблюдений. В возмущенные периоды времени за счет нагрева полярной мезосферы имеют место усиление ветра, направленного из полярных в средние широты, а также эффективная генерация и распространение АГВ, приводящих к уменьшению величины скорости ветра в среднеширотной мезосфере.

Ранее было показано, что в весеннее и осеннее времена года в средних широтах Северного полушария преобладающий ветер является неустойчи-

вым. Значения зональной и меридиональной компонент скорости преобладающего ветра колеблются вблизи нуля и обычно не превышают $5-10$ м/с. Амплитуды полусуточного и суточного прилива на протяжении года не превышают 40 м/с и 20 м/с. Как видно из рис. 1 и 2, полученные нами результаты, относящиеся к весеннему и осеннему периодам, качественно согласуются с результатами других авторов.

Зимой величина зональной скорости преобладающего ветра, направленной на восток, достигала 20 м/с. Меридиональная скорость обычно направлена на юг, и ее значение не превышает $5-10$ м/с. В целом также имеет место качественное согласие с нашими результатами.

Выводы

1. При исследовании параметров ветра в мезосфере было проанализировано более 280 ч данных, полученных методом разнесенного приема с малой базой, для $3-4$ высот (суммарная продолжительность наблюдений для всех высот составила около 1000 ч). Проведен статистический анализ величины, направления, зональной и меридиональной скорости ветра для различных сезонов и уровней магнитной активности.

2. Показано, что весной и осенью величина вектора

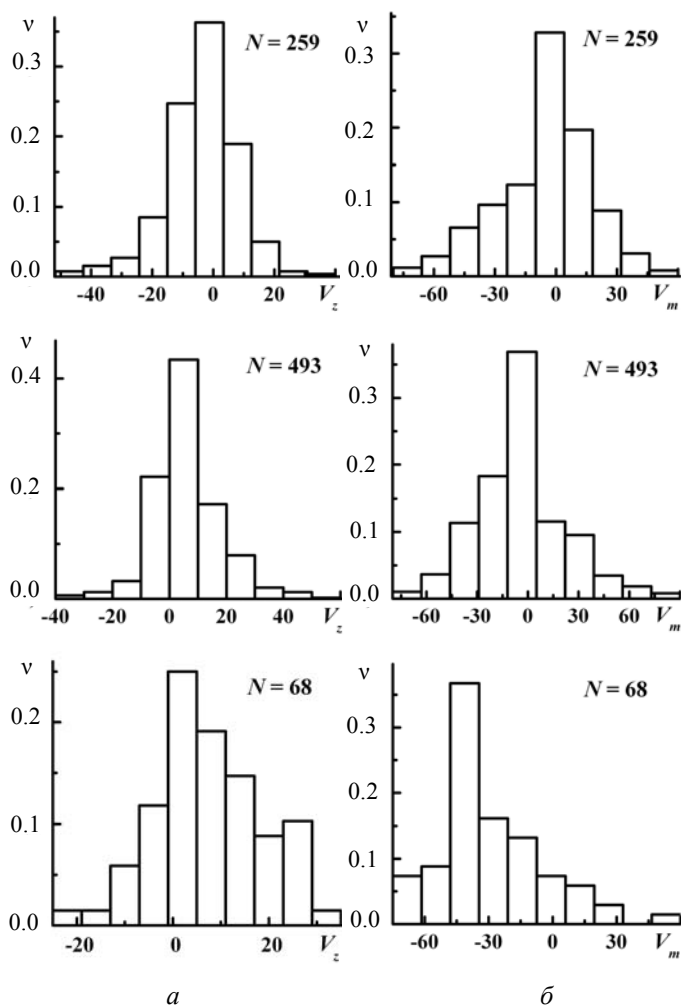


Рис. 2. Гистограммы зональной (а) и меридиональной (б) скорости ветра для весны (верхняя панель), осени (средняя панель) и зимы (нижняя панель). Здесь и далее V_z и V_m – в м/с.

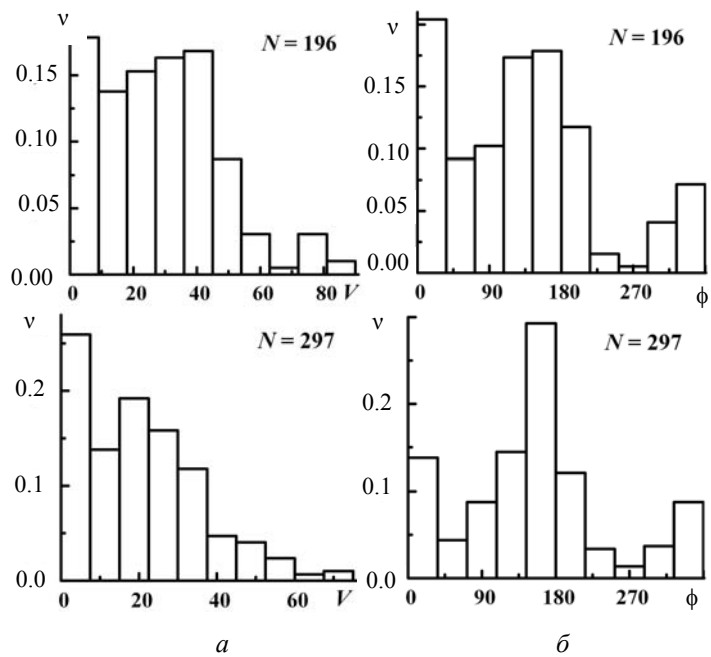


Рис. 3. Гистограммы величины (а) и направления (б) скорости ветра в осеннее время года для магнитоспокойных (верхняя панель) и магнитовозмущенных (нижняя панель) суток.

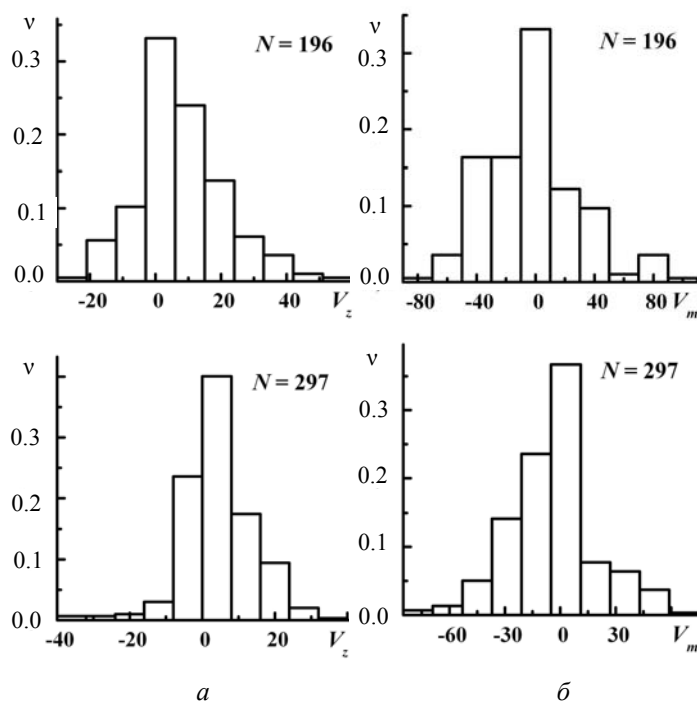


Рис. 4. Гистограммы зональной (а) и меридиональной (б) скорости ветра в осеннее время года для магнитоспокойных (верхняя панель) и магнитовозмущенных (нижняя панель) суток.

скорости ветра невелика и обычно лежит в диапазоне 0–40 м/с. Вектор скорости имеет различные направления с некоторым преобладанием южного, особенно в весеннее время. Наиболее вероятные значения зональной скорости ветра во все рассматриваемые сезоны, а также меридиональной скорости весной и осенью расположены вблизи нуля.

3. В зимнее время ее наиболее вероятное значение составляет около 40 м/с. Зимой наблюдается ярко выраженное преобладающее направление вектора скорости на юг ($\phi \approx 180^\circ$). Наиболее вероятные значения зональной скорости в зимнее время расположены вблизи нуля, величина меридиональной скорости зимой обычно лежит в пределах от –60 до –5 м/с и имеет наиболее вероятное значение около –40 м/с.

4. Обнаружено, что в магнитовозмущенные дни значение величины горизонтальной скорости ветра, а также абсолютные значения ее зональной и меридиональной составляющих обычно меньше, чем в невозмущенные дни. Показано, что в возмущенные дни вектор скорости имеет преобладающее направление на юг, а при отсутствии возмущений направление на юг и на север примерно равноправны. Обнаруженные особенности могут быть объяснены усилением переноса воздуха из высоких в средние широты, а также генерацией и распространением акустико-гравитационных волн при высоком уровне магнитной активности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мерзляков Е.Г., Портнягин Ю.И. Многолетние изменения параметров ветрового режима нижней термосферы умеренных широт (90–100 км) // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 1999. Т. 35, № 4. С. 531–542.

2. Jacobi Ch., Lange M., Kurschner D., et al. A long-term comparison of Saskatoon MF radar and Collm LF – D1 mesosphere – lower thermosphere wind measurements // Phys. and Chem. of the Earth. Part C. 2001. V. 26, N 6. P. 419–424.

3. Portnyagin Yu.I., Merzlyakov E.G., Solovjova T.V., et al. Long-term trends and year-to-year variability of mid-latitude mesosphere/lower thermosphere winds // J. Atmos. Terr. Phys. 2006. V. 68, N 17. P. 1890–1901.

4. Middleton H.R., Mitchell N.J., Muller H.G. Mean winds of the mesosphere and lower thermosphere at 52° N in the period 1988–2000 // Ann. Geophys. 2002. V. 20, N 1. P. 81–91.

5. Portnyagin Y.I., Solovjova T.V. Global empirical wind model for the upper mesosphere/lower thermosphere. I. Prevailing wind // Ann. Geophys. 2000. V. 18, N 3. P. 300–315.

6. Гритчин А.И., Дорохов В.Л., Концевая Л.Г. и др. Стационарный комплекс аппаратуры для исследования нижней ионосферы методом частичных отражений // Вестн. Харьк. ун-та. Радиофизика и электроника. 1988. № 318. С. 21–24.

7. Панасенко С.В., Розуменко В.Т., Тырнов О.Ф., Черногор Л.Ф. Результаты исследования динамических процессов в мезосфере при помощи радара частичных отражений // Успехи современной радиоэлектроники. 2005. № 3. С. 36–54.

8. Портнягин Ю.И., Шпренгер К., Лысенко И.А. и др. Измерение ветра на высотах 90–100 км наземными методами. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 340 с.

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
МОН Украины, Харьков