

УДК 550.388.2

**С. В. Панасенко, В. Т. Розуменко,
О. Ф. Тырнов, Л. Ф. Черногор**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Динамические процессы в среднеширотной мезосфере

Надійшла до редакції 10.04.05

Досліджено характеристики динамічних процесів у мезосфері за допомогою радару часткових відбиттів. Проаналізовано часові залежності вектора спрямованої швидкості вітру, його зонального та меридіонального компонентів, а також стандартного відхилення хаотичної швидкості. Вивчено параметри хвильових процесів (акустико-гравітаційних хвиль). Виявлено значні добові і сезонні варіації досліджуваних величин за час спостереження.

ВВЕДЕНИЕ

Мезосфера является важной и наименее изученной областью открытой динамической системы Земля — атмосфера — геокосмос. Она принимает участие в формировании погоды в нижней атмосфере (тропосфере и стратосфере) и космической погоды, способствуя взаимодействию этих погодных систем [15, 16].

Экспериментально подтверждено, что физико-химические процессы в мезосфере имеют ярко выраженный нестационарный характер. Это объясняется рядом причин. Во-первых, в мезосфере имеет место высокая динамическая активность, сопровождающаяся значительным энерговыделением. Дело в том, что системы мезосферных ветров являются своеобразным фильтром атмосферных волн, источники которых расположены в тропосфере, на Земле и под ее поверхностью. Диссипация и отражение волн способствует развитию интенсивной турбулентной структуры. Во-вторых, состояние мезосферы в значительной степени контролируется нестационарными процессами на Солнце. Наконец, наличие отрицательного высотного градиента температуры способствует развитию различного рода неустойчивостей.

Исследование динамических процессов на мезосферных высотах проводится в течение достаточно длительного времени с использованием как наземных, так и спутниковых зондирующих установок. В настоящее время функционирует сеть радаров, осуществляющих непрерывный мониторинг мезосферы и нижней термосферы. Результаты проведенных исследований отражены в значительном числе работ [4, 6—9, 14, 17—24, 26—31]. Изучались зависимости параметров преобладающих ветров, планетарных, приливных и акустико-гравитационных волн, турбулентных движений от времени суток, сезона, географического положения пункта наблюдения, уровня солнечной и магнитной активности и др. Однако построение полной картины динамических процессов еще далеко до своего завершения. Это связано с недостаточным пониманием всего самосогласованного комплекса физико-химических процессов в системе Земля — атмосфера — геокосмос — межпланетная среда — Солнце, зависимостью исследуемых величин от большого количества геофизических параметров, неравномерностью размещения радаров по поверхности Земли, что не позволяет изучать динамику атмосферы в глобальном масштабе, и т. п. В связи с этим исследование региональных

особенностей динамических процессов в мезосфере является актуальной задачей. Ее решение позволит построить региональные динамические мезосферные модели, уточнить глобальные модели общей циркуляции атмосферы.

Целью работы является изучение суточных и сезонных зависимостей параметров направленной и хаотической скоростей движений, а также волновых возмущений (ВВ), вызванных внутренними гравитационными волнами, в мезосфере центрально-европейского региона.

МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЯ И ОБРАБОТКИ

Наблюдения динамических процессов производились при помощи единственного в Центральной Европе радара частичных отражений (ЧО). Радар расположен в Радиофизической обсерватории Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина (49.5° с. ш., 36.4° в. д.). Описание его технических характеристик приведено в работах [3, 5, 10, 11]. Продолжительные измерения огибающих обыкновенной и необыкновенной составляющих ЧО-сигналов и радиопомех проводились в различные сезоны в 2000—2004 гг. Регистрация их значений осуществлялась в цифровом виде. Информация сохранялась на магнитном носителе. Для определения параметров динамических процессов отбирались данные, для которых отношение сигнал/помеха по мощности превышало 5 дБ, что в основном имело место в дневное время на интервале высот 80—95 км.

Исследование параметров ветра производилось методом разнесенного приема с малой базой (110—160 м). Для получения параметров неоднородностей электронной концентрации, вектора направленной скорости ветра, а также статистических характеристик хаотической скорости использовался модифицированный метод полного корреляционного анализа, описанный в работах [10, 11, 25]. При этом интервал усреднения составил 5 мин. Для дальнейшего анализа вычислялись среднечасовые значения исследуемых параметров.

Для определения преобладающих периодов колебаний зональной и меридиональной скоростей ветра, а также их амплитуд применялось динамическое преобразование Фурье на интер-

вале $t_w = 120$ мин с шагом $\Delta t = 30$ мин. Из исходных регистраций огибающих вычитался тренд, вычисляемый методом скользящего среднего на интервале t_w с шагом $\Delta t_0 = 5$ мин.

Таким образом, мы исследовали параметры волновых движений с периодами $T = 10$ —120 мин, которые ассоциируются с внутренними гравитационными волнами. Для выявления квазигармонических колебаний скорости применялся критерий, описанный в работе [1] и использованный в работе [13] при обнаружении ВВ электронной концентрации в мезосфере.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЯ

Направленная и хаотическая скорости. На рис. 1 представлены примеры временных зависимостей скорости ветра V , его направления Φ и стандартного отклонения σ_{vs} хаотической скорости в мезосфере для различных сезонов. Угол Φ отсчитывался по часовой стрелке от направления на север. Для построения плавных кривых использовалась интерполяция сплайнами. Видно, что вектор скорости ветра испытывал как апериодические, так и квазигармонические вариации в течение времени наблюдения (его величина V изменялась в 2—5 раз, а направление Φ — до 180°). Абсолютное значение вектора скорости 3 октября 2002 г. в утренние часы (6—8 ч UT) составляло 20—30 м/с. Затем оно уменьшилось до 5—10 м/с в 11—13 ч UT, после чего снова увеличилось до 15—20 м/с. Скорость ветра в этот день имела юго-восточное направление в 6—8 ч и 13—14 ч UT, и была направлена на юго-запад в остальные часы наблюдения. Величина σ_{vs} в 6 ч UT составляла 4—5 м/с, после чего произошло ее уменьшение до 2—3 м/с. За время наблюдения 9 декабря 2003 г. значение V уменьшилось от 60 до 30 м/с. При этом направление скорости было юго-восточным и изменилось незначительно, менее чем на 20° . Значение σ_{vs} в исследуемый день составило 5—6 м/с. Наконец, 09 апреля 2002 г. величина скорости варьировала по квазипериодическому закону от 15 до 30 м/с. Вектор скорости при изменении времени от 7 до 12 ч UT поменял направление с юго-восточного на близкое к северному, после чего к 14 ч UT его направле-

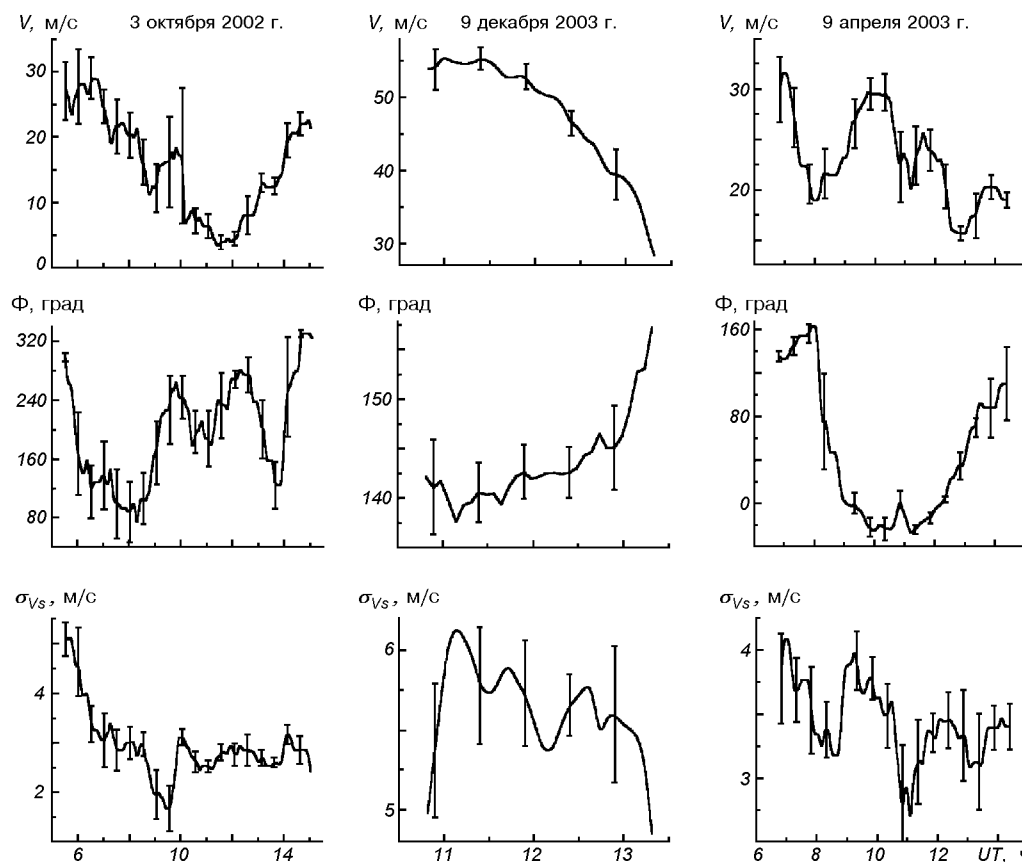


Рис. 1. Примеры временных зависимостей скорости ветра V , ее направления Φ и стандартного отклонения σ_{Vs} хаотической скорости в мезосфере. (Индекс $K_p = 3...5$)

ние стало первоначальным. Стандартное отклонение хаотической скорости составило 3–4 м/с.

Зональная и меридиональная составляющие вектора скорости. На рис. 2 приведены примеры временных зависимостей среднечасовых значений зональной (V_z) и меридиональной (V_m) скоростей ветра для осени, зимы и весны, интерполированные сплайнами. Отрицательные значения соответствуют направлению на запад для зональной скорости и направлению на юг для меридиональной. Приведенные зависимости также обнаруживают значительные вариации за время наблюдения, особенно в дни, близкие к осеннему и весеннему равноденствиям. Осенью абсолютные значения V_z и V_m в основном лежали в пределах от 0 до 20 м/с для 3 октября 2002 г. и от 0 до 40 м/с для 15 октября 2003 г. В зимние дни средние за время наблюдения

вектора зональной и меридиональной скоростей были направлены на восток и на юг соответственно. Абсолютная величина V_z для 22 января 2003 г. не превышала 20 м/с, а $|V_m|$ в этот день изменялся от 20 до 50 м/с. Значения $|V_z|$ и $|V_m|$ для 09 декабря 2003 г. варьировали в пределах от 0 до 40 м/с и от 0 до 50 м/с соответственно. В весенний день 9 апреля 2003 г. абсолютные значения V_z и V_m не превышали 20 м/с, причем обе составляющие скорости изменили знак на противоположный вблизи 8 ч UT. Вектор зональной скорости 14 апреля 2003 г. большую часть времени имел западное направление, его модуль не превышал 15 м/с; величина V_m варьировала от 0 до 45 м/с.

Спектр колебаний составляющих скорости ветра. На рис. 3 изображены динамические спектры величин зональной и меридиональной

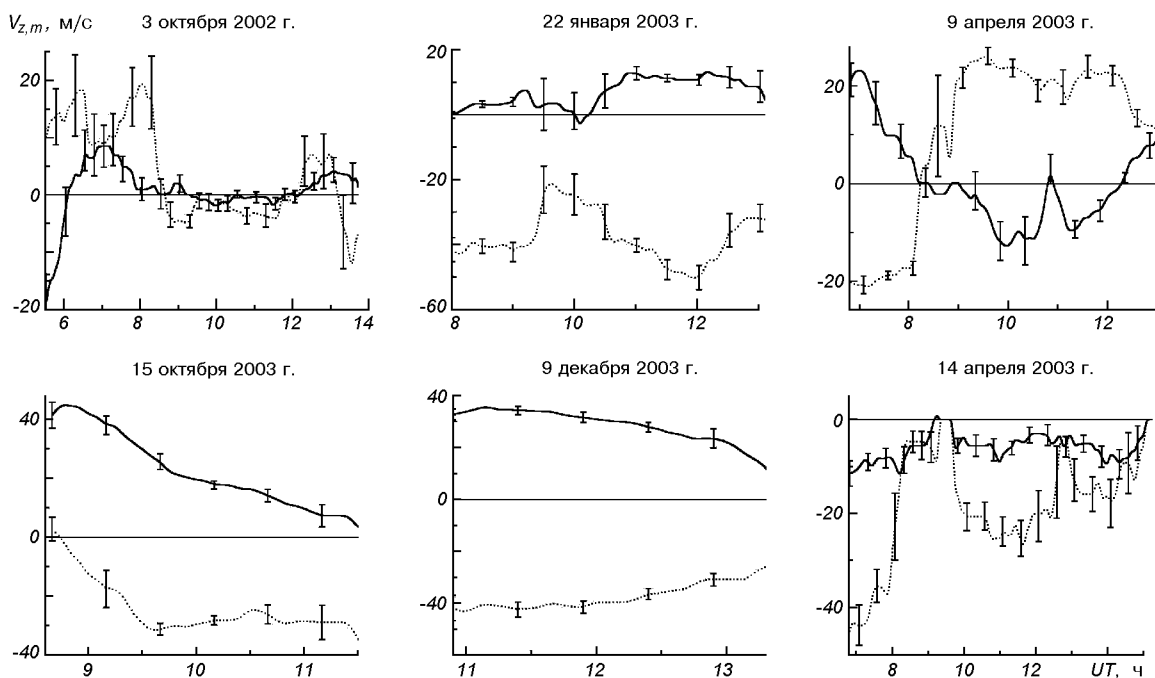


Рис. 2. Примеры временных зависимостей зональной (сплошная линия) и меридиональной (пунктирная линия) скоростей ветра в осенние, зимние и весенние дни на высотах 85–95 км. Индекс $K_p = 2-6$

скоростей для двух исследуемых дней. Как видно, на протяжении наблюдений имели место колебания с периодами 10–120 мин. Их амплитуда обычно не превышала 8 м/с и испытывала заметные временные вариации. При этом в отдельные моменты времени наблюдался как квазинепрерывный, так и близкий к линейчатому спектры. В целом обнаружено сравнительно хорошее подобие спектров амплитуд обеих составляющих вектора скорости.

ОБСУЖДЕНИЕ

Вектор направленной скорости ветра. Величина и направление скорости ветра в мезосфере во время наблюдения определяется большим числом факторов. К настоящему времени накоплен значительный массив экспериментальных данных (квазинепрерывные измерения в течение нескольких десятилетий), позволяющий установить зависимости преобладающих мезосферных ветров от уровня солнечной активности

[9, 27, 28]. Подтверждено влияние уровня магнитной активности (точнее, сильных магнитных бурь) на вариации вектора скорости [7, 31]. Достаточно хорошо изучены параметры вызванных Солнцем приливных волн (особенно суточной и полусуточной) [17, 20, 22]. Построены теоретические и эмпирические модели пространственного и временного распределения их амплитуд и фаз, а также величины и направления преобладающего ветра [17, 29, 30]. Большой вклад в вариации параметров ветра дают акустико-гравитационные волны (АГВ). Они оказывают заметное влияние на формирование характерного для данной местности ветрового режима. Дело в том, что на мезосферных высотах скорости атмосферных волн сравнимы, а зачастую и превосходят скорость преобладающего ветра [4, 14].

С прохождением АГВ и приливных гармоник, вероятно, связаны наблюдаемые в эксперименте значительные изменения величины и направления вектора скорости ветра, а следовательно, его зональной и меридиональной составляющих. Из

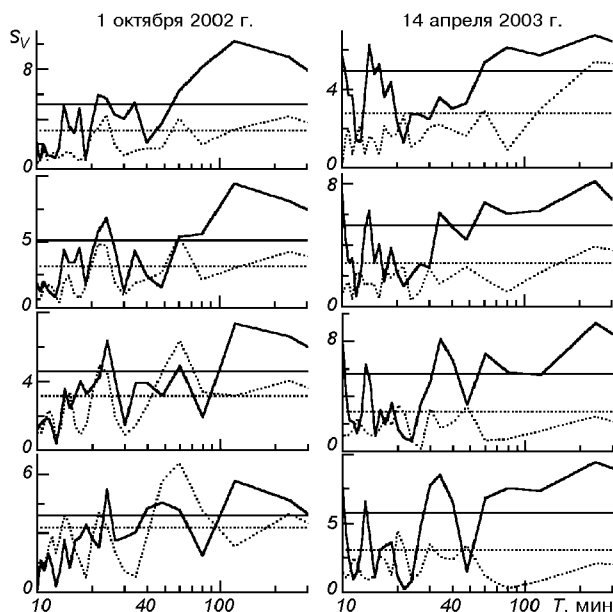


Рис. 3. Примеры динамических спектров амплитуд зональной (сплошная линия) и меридиональной (пунктирная линия) скоростей ветра для 01.10.2002 г., $K_p = 5...7$ и 14.04.2003 г., $K_p = 2...5$. Прямыми линиями показаны доверительный интервалы по уровню 75 % ($\alpha = 0.25$)

рис. 1 и 2 также видно, что наиболее сильные вариации параметры ветра испытывают в дни, близкие к равноденствиям. В эти времена года, как известно, происходит перестройка единой системы мезосферно-термосферных ветров, что способствует усилению атмосферных волн на исследуемых высотах [4, 14, 23].

В целом имеет место качественное согласие полученных нами результатов с результатами других исследований среднеширотной мезосферы северного полушария различными методами [14, 21, 26]. Для выявления статистически достоверных особенностей и региональных сезонных закономерностей имеющийся в наличии массив данных является недостаточным. Планируется проведение дополнительных непрерывных исследований.

Параметры хаотической (турбулентной) скорости. Значение среднего квадратичного отклонения хаотической скорости также определяется рядом причин. Мезосфера является одной из наименее стабильных атмосферных областей,

которой присущи постоянные турбулентные движения [4, 18]. Кроме того, усилению их интенсивности способствует диссипация планетарных, акустических и гравитационных волн, распространяющихся из нижней атмосферы. Активизации турбулентной структуры также способствуют мощные нестационарные процессы на Солнце и в магнитосфере (вспышки, высыпания высокоэнергичных частиц и др.). Наблюдаемое в эксперименте увеличение значений σ_{vs} в утренние часы (6–8 ч UT) является достоверным ($q \geq 10$ дБ) и может быть связано с прохождением солнечного терминатора и вызванными им нестационарными процессами.

На рис. 1 заметно подобие вариаций σ_{vs} и V ; коэффициент корреляции обычно составляет 0.5–0.8. Это указывает на взаимосвязь направленной и турбулентной скоростей в мезосфере. Таким образом, полученные результаты подтверждают результаты работы [19], где обнаружена корреляция параметров этих скоростей для коротких и длительных интервалов наблюдения. В работе [19] показана возможность дестабилизации мезосферы приливными волнами посредством изменения температурного градиента, формирования ветровых сдвигов и др. По-видимому, подобным образом воздействуют и АГВ, что приводит к значительным кратковременным вариациям σ_{vs} . Однако для выявления всех механизмов взаимосвязи направленных и турбулентных динамических процессов необходимо проведение дополнительных исследований.

Следует также отметить, что значения статистических характеристик турбулентной скорости зависят от метода наблюдения и обработки экспериментальных данных. Экспериментально показано, что при использовании метода разнесенного приема с малой базой и обработке данных методом полного корреляционного анализа имеет место систематическое завышение истинных значений [19, 32]. Дело в том, что используемая при этом методика обработки предполагает непосредственную связь между σ_{vs} и характерным временем расплывания дифракционной картины τ_c [11, 19]. Однако, поскольку горизонтальные размеры рассеивающего объема достаточно велики (они определяются шириной эффективной диаграммы направленности антенной системы, которая в нашем случае составляет около 36° по полю [12]), на величину τ_c оказы-

вают влияние также другие факторы. Основные из них — вариации вектора направленной скорости с высотным масштабом, соизмеримым с высотой рассеивающего объема Δh (для наших измерений $\Delta h \approx 3.75$ км); неоднородности ветрового поля, вызванные, в частности, прохождением АГВ с малыми периодами и длинами волн; нестационарность рассеянного сигнала, воздействие импульсных помех и др. Перечисленные факторы необходимо учитывать при анализе характеристик турбулентной скорости и их сравнении с результатами, полученными другими методами (доплеровского радиозондирования, интерферометрическими и др.).

Квазипериодические вариации скорости ветра. АГВ при своем распространении возмущают мезосферу, изменяя ряд ее параметров, таких как концентрация и температура нейтральных и заряженных частиц, частота соударений электронов и ионов с нейтралами, зональная и меридиональная скорости ветра и др. При этом спектр амплитуд этих волн испытывает заметные вариации во времени (см. рис. 3) за счет диссипации, нелинейного взаимодействия волн с различными периодами и относительно короткой длительности последних (два-три периода). Параметры преобладающих АГВ претерпевают также суточные и сезонные зависимости, имеют региональные особенности. Кроме того, их оценки определяются чувствительностью метода наблюдения, оказывающей влияние на погрешности измерения исходных данных. Поэтому часто исследуются характеристики спектра мощности АГВ за длительные промежутки времени (около месяца) для различных пунктов наблюдения [24].

Выявленные в настоящей работе внутренние гравитационные волны (ВГВ) с периодами 10—120 мин могут иметь как локальные, так и глобальные источники происхождения. Такие волны генерируются в нижней атмосфере атмосферными фронтами, ветровыми сдвигами, турбулентными движениями, особенностями рельефа и подстилающей поверхности и др. В утренние и вечерние часы ВГВ с периодами 20—60 мин генерируются прохождением солнечного терминатора, вызывающим комплекс самосогласованных процессов в атмосфере. Источники этих волн также могут быть расположены в высоких широтах (мощные электрические поля,

высыпания высокоэнергичных частиц и др.). В ряде работ (например [21]) экспериментально показана возможность проникновения ВГВ из термосферы. Однако по теоретическим соображениям амплитуда таких волн должна уменьшаться по близкому к экспоненциальному закону, поэтому их влияние на динамику мезосферы будет несущественным. Следует отметить, что выявленные нами колебания с периодами 30—120 мин также являются основными для больших атмосферных высот (100—400 км) [2]. Это может свидетельствовать об едином источнике их происхождения и подтверждает динамическое взаимодействие различных областей атмосферы.

ВЫВОДЫ

1. Изучены суточные и сезонные зависимости величины, направления, зональной и меридиональной составляющих вектора направленной скорости в мезосфере. Показано, что его значение обычно составляет 10—80 м/с при абсолютной погрешности 3—7 м/с. Выявлены значительные вариации модуля скорости (в 2—5 раз) и ее направления (на 140—180°), вызванные, вероятно, прохождением внутренних гравитационных волн и их гармоник. В дни, близкие к весеннему и осеннему равноденствиям, обнаружено усиление этих вариаций, связанное с глобальной перестройкой циркуляции атмосферы на мезосферных высотах, способствующей усилению интенсивности атмосферных волн.

2. Исследованы параметры турбулентной скорости для различных времен наблюдения. Показано, что величина ее стандартного отклонения на высотах 85—95 км лежит в пределах 2—6 м/с (абсолютная погрешность составила 0.3—0.8 м/с). Приведены механизмы возникновения турбулентной структуры в мезосфере. Подтверждена взаимосвязь характеристик направленного и турбулентного движения (коэффициент корреляции обычно составлял 0.5—0.8). Описаны причины завышения реальных значений стандартного отклонения хаотической скорости при их определении методом полного корреляционного анализа.

3. Выявлены волновые вариации зональной и меридиональной составляющих вектора скорости

ветра с периодами 10—120 мин. Показано, что амплитуды этих колебаний обычно не превышают 8 м/с. Вариации амплитуд колебаний, по-видимому, вызваны диссипацией и нелинейным взаимодействием атмосферных волн с различными периодами. Проанализированы возможные источники генерации волн и механизмы проникновения последних на мезосферные высоты. Подтверждена динамическая взаимосвязь различных атмосферных областей посредством волновых процессов.

1. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. — М.: Мир, 1976.—755 с.
2. Бурмака В. П., Таран В. И., Черногор Л. Ф. Волновые возмущения в ионосфере, сопутствовавшие стартам ракет на фоне естественных переходных процессов // Геомагнетизм и аэронавигация.—2004.—44, № 4.—С. 518—534.
3. Гармаш К. П., Розуменко В. Т., Тырнов О. Ф., Цымбал А. М., Черногор Л. Ф. Радиофизические исследования процессов в околосредней плазме, возмущенной высокоэнергичными источниками. Часть 1 // Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники.—1999.—№ 7.—С. 3—15.
4. Госсард Э. Э., Хук У. Х. Волны в атмосфере. — М.: Мир, 1978.—532 с.
5. Гритчин А. И., Дорохов В. Л., Концевая Л. Г. и др. Стационарный комплекс аппаратуры для исследования нижней ионосферы методом частичных отражений // Вестн. Харьков. ун-та. Радиофизика и электроника.—1988.—№ 318.—С. 21—24.
6. Данилов А. Д., Казимировский Э. С., Вергасова Г. В., Хачикян Г. Я. Метеорологические эффекты в ионосфере. — Л.: Гидрометеиздат, 1987.—232 с.
7. Казимировский Э. С., Вергасова Г. В. Отклик ветров в нижней термосфере на геомагнитную бурю в марте 1989 г. // Геомагнетизм и аэронавигация.—1991.—31, № 5.—С. 917—922.
8. Казимировский Э. С., Кокоуров В. Д. Движения в ионосфере. — Новосибирск: Наука, 1979.—344 с.
9. 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.—35, № 4.—С. 531—542.
10. Панасенко С. В. Параметры динамических процессов в области мезопаузы по данным харьковского радара частичных отражений // Тр. VII конф. молодых ученых «Взаимодействие полей и излучения с веществом». — Иркутск: ИСЗФ СО РАН, 2004.—С. 148—151.
11. Панасенко С. В., Розуменко В. Т., Тырнов О. Ф., Черногор Л. Ф. Результаты исследования динамических процессов в нижней ионосфере // Космічна наука і технологія.—2003.—9, № 5/6.—С. 76—80.
12. Панасенко С. В., Черногор Л. Ф. Статистические характеристики радиосигналов, принимаемых радаром частичных отражений // Радиофизика и электроника.—2004.—9, № 1.—С. 234—247.
13. Панасенко С. В., Черногор Л. Ф. Результаты исследования волновых возмущений в мезосфере // Космічна наука і технологія.—2004.—10, № 5/6.—С. 122—127.
14. Портнягин Ю. И., Шпренгер К., Лысенко И. А. и др. Измерение ветра на высотах 90—100 км наземными методами. — Л.: Гидрометеиздат, 1978.—240 с.
15. Черногор Л. Ф. Физика Земли, атмосферы и геокосмоса в свете системной парадигмы // Радиофизика и радиоастрономия.—2002.—8, № 1.—С. 59—106.
16. Черногор Л. Ф. Земля-атмосфера-геокосмос как открытая динамическая нелинейная система // Космічна наука і технологія.—2003.—9, № 5/6.—С. 96—105.
17. Harris M. J., Arnold N. F., Aylward A. D. A study into the effect of the diurnal tide on the structure of the background mesosphere and thermosphere using the new coupled middle atmosphere and thermosphere (CMAT) general circulation model // Ann. Geophys.—2002.—20, N 2.—P. 225—235.
18. Hocking W. K., Rottger J. The structure of turbulence in the middle and lower atmosphere seen by and deduced from MF, HF and VHF radar, with special emphasis on small-scale features and anisotropy // Ann. Geophys.—2001.—19, N 8.—P. 933—944.
19. Holdsworth D. A., Vincent R. A., Reid I. M. Mesospheric turbulent velocity estimation using the Buckland Park MF radar // Ann. Geophys.—2001.—19, N 8.—P. 1007—1017.
20. Jacoby Ch., Portnyagin Yu. I., Solovjova T. V., et al. Climatology of the semidiurnal tide at 52—56° N from ground-based radar wind measurements 1985—1995 // J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.—1999.—61, N 13.—P. 975—991.
21. Kashcheyev B. L., Oleynikov A. N. Dynamic regime of the mesopause — lower thermosphere at midlatitudes of the northern hemisphere by radio meteor observations // J. Atmos. and Terr. Phys.—1994.—56, N 9.—P. 1197—1207.
22. Manson A., Meek C., Hagan M., et al. Seasonal variations of the semi-diurnal and diurnal tides in the MLT: multi-year MF radar observations from 2 to 70° N, and the GSWM tidal model // J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.—1999.—61, N 12.—P. 809—828.
23. Manson A. H., Meek C. E., Hall G., McMurray R. Winds and waves from the Canadian prairies (CNSR) triple-MF radar system // Geophys. Res. Lett.—1993.—20, N 13.—P. 1375—1378.
24. Manson A. H., Meek C. E., Koshyk J. et al. Gravity wave activity and dynamical effects in the middle atmosphere (60—90 km): observations from an MF/MLT radar network, and results from the Canadian Middle Atmosphere Model (CMAM) // J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.—2002.—64, N 1.—P. 65—90.
25. Meek C. E. An efficient method for analyzing ionospheric drifts data // J. Atmos. and Terr. Phys.—1980.—42, N 9-10.—P. 835—839.
26. 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.—20, N 1.—P. 81—91.
27. Namboothiri S. P., Manson A. H., Meek C. E. Variations

- of mean winds and tides in the upper middle atmosphere over a solar cycle, Saskatoon, Canada, 52° N, 107° W // *J. Atmos. and Terr. Phys.*—1993.—55, N 10.—P. 1325—1334.
28. Namboothiri S. P., Manson A. H., Meek C. E. Variations of mean winds and solar tides in the mesosphere and lower thermosphere over time scales ranging from 6 months to 11 yr: Saskatoon, 52° N, 107° W // *J. Atmos. and Terr. Phys.*—1994.—56, N 10.—P. 1313—1325.
29. Portnyagin Y. I., Solovjova T. V. Global empirical wind model for the upper mesosphere/lower thermosphere. I. Prevailing wind // *Ann. Geophys.*—2000.—18, N 3.—P. 300—315.
30. Roble R. G., and Readly E. C. A thermosphere/ionosphere/mesosphere electrodynamics general circulation model (TIME-GCM): Equinox solar cycle minimum simulations (30—500 km) // *Geophys. Res. Lett.*—1994.—21, N 6.—P. 417—420.
31. Singer W., Bremer J., Hoffman P. et al. Geomagnetic influences upon tides—winds from MLT radars // *J. Atmos. and Terr. Phys.*—1994.—56, N 10.—P. 1301—1311.
32. Vandepeer B. G. V., Hocking W. K. A comparison of

Doppler and Spaced Antenna Techniques for the measurement of turbulent energy dissipation rates // *Geophys. Res. Lett.*—1993.—20, N 1.—P. 17—20.

DYNAMICAL PROCESSES IN THE MIDLATITUDE MESOSPHERE

S. V. Panasenko, V. T. Rozumenko, O. F. Tyrnov,
L. F. Chernogor

Some characteristics of the mesosphere dynamical processes are investigated by using the partial reflection radar. The time dependencies of the wind drift velocity vector and its zonal and meridional components as well as root-mean-square random velocity component are analysed. The parameters of the wave processes (the acoustic gravity waves) are studied. Significant diurnal and seasonal variations of the values under study are discovered during the observation time. Our results are compared with the results of other investigators which relate to the midlatitudes of the northern hemisphere.