

АНИЗОТРОПИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРОЦЕССОВ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ – КАК НОВОЕ ЯВЛЕНИЕ, КОТОРОЕ ПРОЯВЛЯЕТСЯ РЯДОМ НАБЛЮДАЕМЫХ ЭФФЕКТОВ

Делов И.А., Слипченко Н.И., Леонидов А.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, ПНИЛ ЗА, тел. 70-21-333

The results are presented of numerous measurements performed at different times of a day and season at four different heights using three independent means demonstrating existence of a new phenomenon in the Earth atmosphere, namely, the molecular processes anisotropy revealing itself in a number of the observed effects.

Введение. В 1986 г. [1] были опубликованы экспериментальные данные, которые свидетельствовали о существовании сильной анизотропии двух параметров ионизованного метеорного следа: коэффициента амбиполярной диффузии (D_a) и начального радиуса метеорного следа (r_0). Эти величины оказались в горизонтальном направлении значительно (более, чем в два раза) больше, чем в вертикальном. Поскольку эти параметры метеорного следа связаны определенным образом с параметрами атмосферы ($D_a \sim \lambda v$, $r_0 \sim \lambda$, где λ – длина свободного пробега молекул, а v – хаотическая скорость молекул), то на основании полученных экспериментальных данных была высказана гипотеза [1] о возможности существования в атмосфере Земли аналогичной анизотропии молекулярных процессов (λ, v). Хотя наблюдаемая анизотропия была явно выраженной, однако была необходима проверка этого эффекта для других высот, в нейтральной атмосфере и другими способами.

В результате многолетних экспериментальных и теоретических исследований этого эффекта на различных высотах, различными способами было подтверждено существование этого эффекта и на других высотах. Кроме того было обнаружено еще два новых эффекта, связанных с анизотропией молекулярных процессов: эффект различия величины хаотической скорости молекул для молекул, летящих вверх и вниз [2], и эффект различия хаотической скорости молекул в потоке горизонтального ветра для молекул, летящих по ветру и против ветра [3]. Таким образом, в атмосфере Земли было установлено явление, которое проявляется пока тремя эффектами.

Ниже представлены методика исследований и результаты.

Методика исследований. Экспериментальные исследования проводились на трех высотах: до ~ 200 м, ~ 20 м и 1,5 м.

Для высоты до ~ 200 м исследования анизотропии проводились с помощью импульсного моностатического акустического зондирования атмосферы. Измерялась анизотропия хаотической скорости молекул (v), которая с фазой акустического эхо-сигнала (φ) связана известным соотношением $\varphi \sim 1/v$, путем зондирования атмосферы при различных углах места (β). Затем для полученных таким образом данных строилась зависимость $\varphi = f(\beta)$ и определялась анизотропия величины v в вертикальной плоскости [4].

Для высот 1,5 м и ~ 20 м оценка анизотропии хаотической скорости молекул (v) производилась контактным способом путем непосредственного измерения величины хаотической скорости молекул (v) в вертикальной плоскости для молекул, летящих вверх, вниз, справа и слева в горизонтальном направлении. Использовался специально разработанный способ [5].

Для оценки анизотропии величины v в потоке горизонтального ветра производилось непосредственное измерение хаотической скорости молекул специально разработанным способом [3] для молекул, летящих по ветру и против ветра.

Результаты исследований. Измерения проводились эпизодически в течение нескольких часов в различное время суток, в различное время года и для различных погодных условий.

Полученные результаты измерений анизотропии хаотической скорости молекул с помощью акустического зондирования свидетельствуют о существовании явно выраженного различия хаотической скорости молекул для горизонтального и вертикального направления, причем это различие существенно меняется в зависимости от времени суток, времени года и погодных условий, меняя порой знак на обратный.

В качестве иллюстрации на рис. 1 представлены временные зависимости фазы акустического эхо-сигнала (φ), измеренные одновременно для трех направлений: Δ – для вертикального, и (+, O) – для двух, противоположных по азимуту, направлений под углом $\alpha \sim 22^\circ$ от вертикали. Результаты, представленные на рис. 1, получены для двух различных погодных условий, и потому соотношения величины φ для вертикального и наклонного зондирования существенно отличаются (точнее – противоположны).

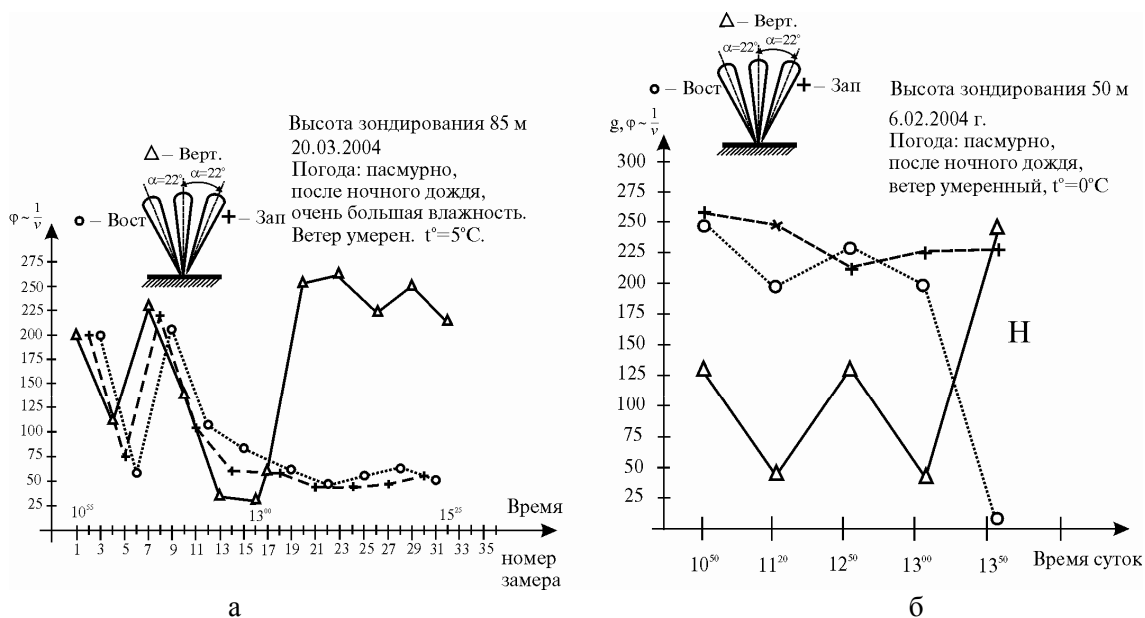


Рис. 1

Результаты измерений непосредственно хаотической скорости молекул контактным способом на высоте ~ 20 м и 1,5 м также свидетельствуют о явно выраженном различии хаотической скорости молекул, измеренных для вертикального и горизонтального направления, которое также меняется со временем и в зависимости от погодных условий.

На рис. 2 представлены фрагменты измерений этим способом для двух высот, из которых следует существование различия хаотической скорости молекул для вертикального и горизонтального направления на двух высотах.

Итак, представленные экспериментальные данные свидетельствуют о существовании различия хаотической скорости молекул для вертикального и горизонтального направлений на трех существенно отличающихся высотах двумя различными способами. Таким образом, подтверждаются результаты, полученные ранее для высот ~ 90 км с помощью радиолокации метеорных следов [1]. Фрагмент этих результатов представлен на рис. 3.

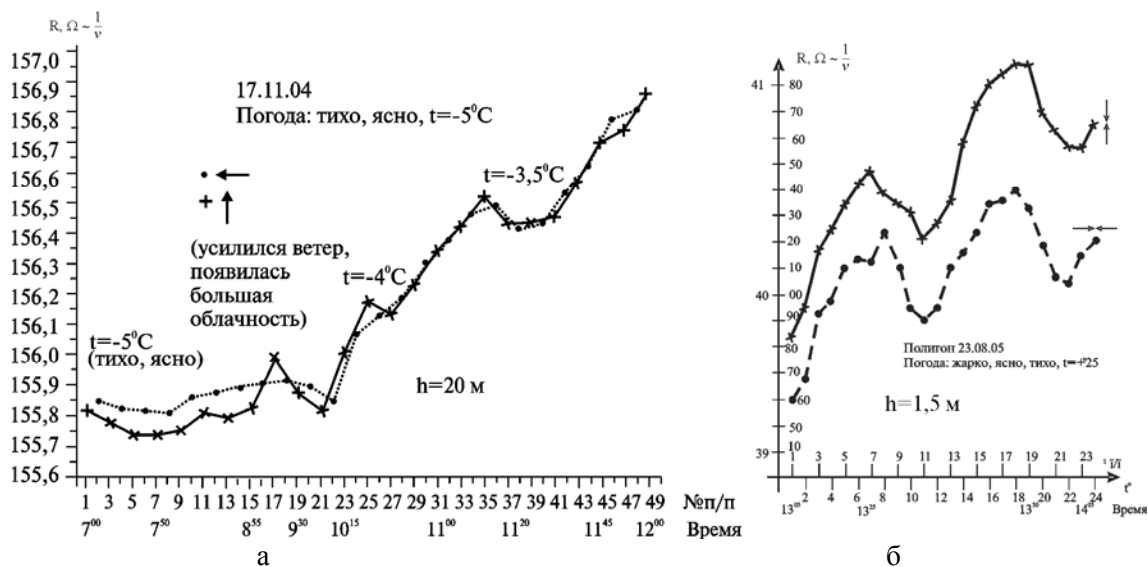


Рис. 2

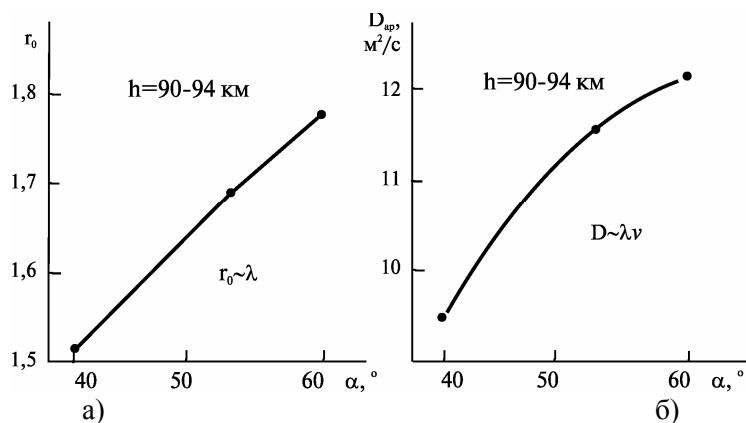


Рис. 3

В процессе исследования упомянутого выше эффекта анизотропии молекулярных процессов, нами было обнаружено еще два эффекта анизотропии. Это различие хаотической скорости молекул, летящих вверх и вниз (рис. 4, а), и различие хаотической скорости молекул, летящих по ветру и против ветра (рис. 4, б).

Первый эффект был обнаружен путем измерения хаотической скорости молекул в вертикальной плоскости одновременно (или поочередно) для молекул, летящих вниз, для молекул, летящих вверх, и для молекул, летящих навстречу друг другу в горизонтальном направлении [2].

Второй эффект был обнаружен путем измерения хаотической скорости молекул, летящих по ветру и против ветра, в потоке горизонтального ветра [3].

Для первого эффекта характерным является различное соотношение скоростей молекул, летящих вверх и вниз, которое меняется со временем и с погодными условиями. В одних случаях скорости молекул, летящих вверх, больше скорости молекул, летящих вниз, в других – наоборот.

Для второго эффекта характерной является устойчивая картина во времени: всегда скорость молекул, летящих по ветру, меньше скорости молекул, летящих против ветра. В течение примерно годичного цикла измерений другой картины не наблюдалось.

Были проведены теоретические исследования с целью выявления механизма, приводящего к наблюдаемым эффектам [2, 3]. Для всех трех эффектов найдено теоретическое

обоснование. Первых два эффекта связаны с влиянием на скорость молекул, летящих вниз и вверх, силы тяжести, высотного градиента плотности атмосферы и длины свободного пробега молекул. Третий эффект связан с действием барического градиента давления атмосферы на хаотическую скорость молекул.

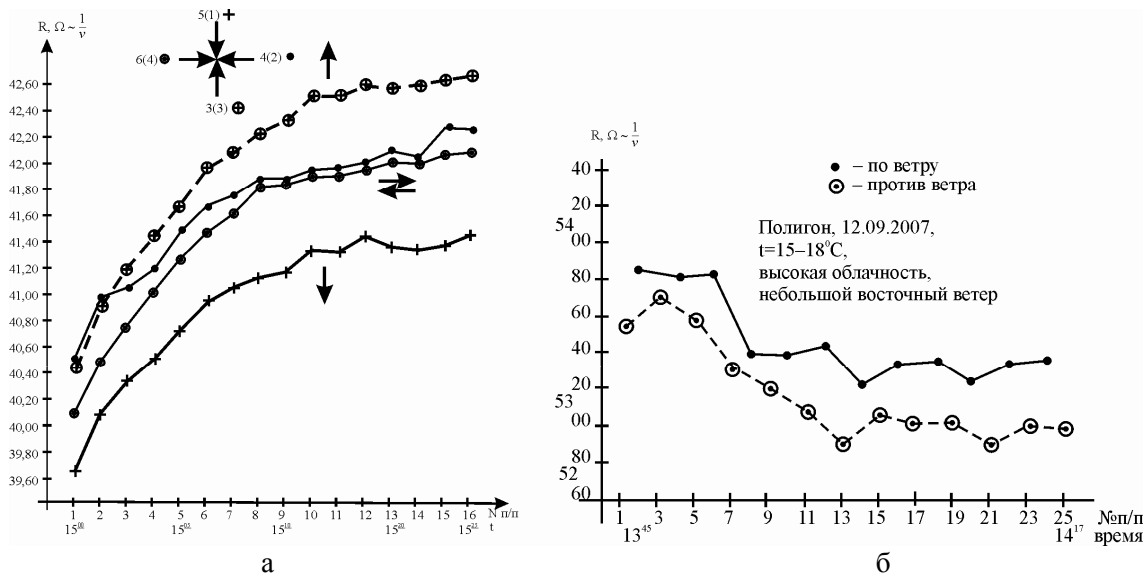


Рис. 4

Явление анизотропии молекулярных процессов, по-видимому, не должно исчерпываться только наблюдаемыми нами тремя эффектами. Вероятно, должны существовать и другие проявления этого явления.

Заключение. Полученные результаты многолетних экспериментальных и теоретических исследований позволяют заключить, что в атмосфере Земли наблюдается новое явление – явление анизотропии молекулярных процессов, которое проявляется пока тремя эффектами.

Найдено теоретическое обоснование наблюдаемым эффектам.

Литература

1. Делов И.А. Анизотропия параметров ионизованного метеорного следа, связанных с молекулярными процессами в атмосфере. Изв. АН СССР. Геомагнетизм и аэронавигация. 1966, Т.26, №2. С. 265-268.
2. Делов И.А., Слипченко Н.И., Леонидов А.В. Анизотропия вертикальной составляющей хаотической скорости молекул атмосферы Земли / Радиотехника: Всеукр. науч.-техн. сб. Вып № 118. 2007. – С. 288–298.
3. Делов И.А., Слипченко Н.И., Леонидов А.В. Эффект анизотропии хаотической скорости молекул, связанной с горизонтальным ветром. Результаты экспериментальной проверки гипотезы / Радиотехника: Всеукр. науч.-техн. сб. Вып № 152. 2008. – С. 97–104.
4. Делов И.А., Слипченко Н.И. Результаты экспериментальных исследований анизотропии молекулярных процессов атмосферы с помощью акустического зондирования / Прикладная радиоэлектроника. 2004, том 3, № 3. Харьков. – С. 27–36.
5. Бондаренко М.Ф., Слипченко Н.И., Делов И.А., Леонидов А.В. Результаты измерения анизотропии температуры атмосферы в приземном слое Земли контактными способами / Прикладная радиоэлектроника. 2005, том 4, № 4. Харьков. – С. 383–393.