

**О МЕХАНИЗМЕ, ВЫЗЫВАЮЩЕМ НАБЛЮДАЕМЫЙ ЭФФЕКТ АНИЗОТРОПИИ
МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРОЦЕССОВ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ****Введение**

В работах [1–3] получены экспериментальные данные для четырех различных высот тремя независимыми способами, которые свидетельствуют о существовании в атмосфере нового эффекта – эффекта анизотропии молекулярных процессов (хаотической скорости молекул v и длины свободного пробега молекул λ), связанной определенным образом с температурной стратификацией атмосферы. Величина хаотической скорости молекул и длина свободного пробега молекул оказались в вертикальной и горизонтальной плоскости различными. Измерения проводились для высот ≈ 94 км с помощью радиолокации ионизованных метеорных следов. Измерялись два параметра метеорного следа: коэффициент амбиполярной диффузии D_a , который с величиной хаотической скорости молекул v и длиной свободного пробега λ связан известным соотношением $D \approx \lambda v_0$, и начальный радиус ионизованного метеорного следа r_0 , который связан с длиной свободного пробега соотношением $r_0 \approx \lambda$. Для высот до ≈ 100 м измерения проводились с помощью импульсного акустического зондирования. В данном случае измерялась фаза акустического эхо-сигнала φ° , которая связана с величиной хаотической скорости молекул v_0 соотношением $\varphi^0 \approx \frac{1}{v_0}$. Для высоты ≈ 20 и 1,5 м проводились прямые измерения температуры (хаотической скорости молекул) атмосферы с помощью специально разработанных способов и устройств.

Полученные многочисленные экспериментальные данные для различного времени года, суток и для различных погодных условий свидетельствуют о существовании явно выраженного эффекта анизотропии молекулярных процессов, которая существенно изменяется со временем суток, года, в зависимости от погодных условий и с высотой. На рис. 1 для иллюстрации представлены фрагменты экспериментальных данных, полученные этими способами на четырех различных высотах. Здесь: *a* – на высоте 95 км с помощью радиолокации метеорных следов; *b* – на высоте до 100 м с помощью импульсного акустического зондирования атмосферы; *в* – на высоте ≈ 20 м путем непосредственного измерения температуры; *г* – на высоте 1,5 м путем непосредственного измерения температуры.

В статье представлены экспериментальные данные, которые были получены с целью раскрытия механизма, вызывающего установленный новый эффект.

Методика измерений

Использовались два специально разработанных способа для измерения анизотропии хаотической скорости молекул.

Суть первого способа [4] состояла в прямых измерениях температуры воздуха одновременно для четырех направлений: для молекул, летящих сверху, снизу, справа и слева. Такие измерения велись непрерывно в течение определенного интервала времени суток. Показания термометров считывались через каждые две минуты одновременно. Полученные таким образом данные подвергались обработке и анализу. Этот способ давал возможность получить практически мгновенные данные о величине хаотической скорости молекул одновременно для четырех направлений, а следовательно, позволял получать мгновенные оценки анизотропии хаотической скорости молекул. Это позволяло устранить влияние временных изменений хаотической скорости молекул при оценке анизотропии ее, поскольку временные изменения скорости для разных направлений могли быть различны. Однако этот способ требует калиб-

ровок термометров. Такие калибровки термометров производились в начале измерений и в их конце.

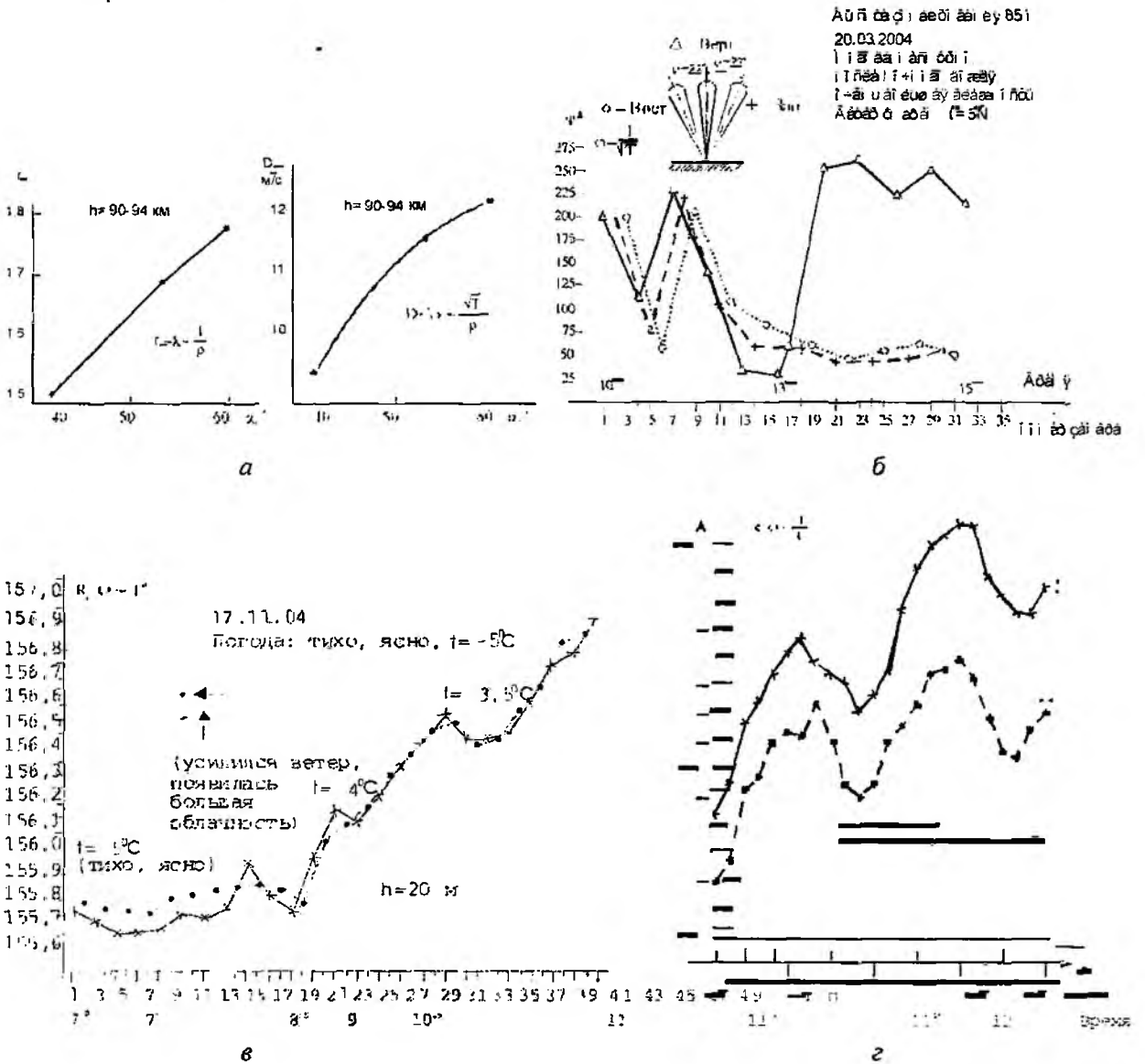


Рис. 1

Другой способ [5] не требовал калибровок, ибо в этом случае измерения температуры хаотической скорости молекул для четырех направлений (для молекул, летящих сверху, снизу, справа и слева) производились одним и тем же термометром в результате поворота его последовательно соответственно в четырех направлениях: вверх, вниз, направо и налево. Таких термометров на блоке датчика температуры было установлено четыре. Термометры устанавливались в датчике температур на двух взаимно перпендикулярных линиях в вертикальной плоскости так, что один из них измерял в данное время температуру молекул, летящих сверху, другой – снизу, третий – справа, четвертый – слева. После измерения температуры всеми четырьмя термометрами, датчик температур поворачивался по часовой стрелке дискретно на 90° и снова проводились измерения температуры всеми четырьмя термометрами и т.д. В результате измерений за данный интервал времени для каждого термометра получались временные зависимости величины хаотической скорости молекул одновременно для четырех направлений (сверху, снизу, справа и слева). Достоинство этого способа заключается в том, что для него не требовалась калибровка термометров, и таким образом повышалась достоверность полученных результатов, ибо измерение температур для всех четырех направлений производилось одним и тем же термометром.

Измерения проводились обоими способами.

Результаты измерений

Измерения проводились в центре г. Харькова на высоте ≈ 20 м и на полигоне на открытой площадке на высоте 1,5 м на протяжении более года в различное время года, суток, при различных погодных условиях. Одновременно, как правило, проводились измерения высотного градиента температуры атмосферы с помощью установленных на измеряемой высоте двух термометров, разнесенных по высоте на 1 м. Перед началом и после цикла измерений проводилась относительная калибровка этих термометров. В других случаях измерения высотных градиентов температуры термометры периодически (через каждые 2 минуты) поворачивались сверху вниз и наоборот. В этом случае высотный градиент температуры измерялся одним и тем же термометром, что повышало надежность измеренных высотных градиентов температуры.

Анализ полученных таким образом многочисленных экспериментальных данных свидетельствует о том, что среднее значение хаотической скорости молекул (температуры), измеренной для молекул, летящих вверх и вниз, изменяется относительно среднего значения хаотической скорости молекул, летящих горизонтально, в зависимости от высотного градиента температуры. Таким образом подтверждается гипотеза [6] о том, что на величину хаотической скорости молекул в вертикальном направлении должно оказывать влияние изменение действия силы тяжести на молекулы, в результате изменения плотности атмосферы (длины свободного пробега молекул), что должно приводить к тому, что несмотря на то, что одинаковое, но противоположное по направлению действие силы тяжести и высотного градиента плотности, среднее значение величины хаотической скорости молекул, летящих вниз и вверх, не будет равно среднему значению горизонтальной составляющей хаотической скорости молекул, а будет иметь другую величину, которая будет меняться с изменением высотных градиентов плотности (температуры).

Остановимся на полученных экспериментальных данных более детально.

На рис. 2, а представлены временные зависимости хаотической скорости молекул (вернее, сопротивлений термисторов, обратно пропорциональных хаотической скорости молекул), измеренных за период с 11¹⁵ до 12⁰⁰ местного времени одновременно для четырех направлений: для молекул, летящих книзу – +, для молекул, летящих кверху – \oplus , для молекул, летящих справа – •, для молекул, летящих слева – \ominus . Результаты получены на полигоне на высоте 1,5 м 23.08.05 при ясной тихой погоде и при температуре воздуха $t = 25 \div 28^\circ \text{C}$.

На рис. 2, б представлена временная зависимость вертикального градиента хаотической скорости молекул для вертикальной составляющей ее, измеренного за это же время. Градиент измерялся при вертикальной базе, равной 1 м, на высоте измерения 1,5 м. Как следует из рис. 2, б, в течение всего периода измерений температура атмосферы вверху была больше, чем внизу, а это значит согласно [7], что плотность атмосферы внизу была больше, чем вверху. В этом случае согласно [6] величина скорости молекул, летящих вниз, за счет того, что плотность атмосферы возрастает с понижением высоты, будет уменьшаться, а для летящих вверх, за счет того, что с возрастанием высоты плотность атмосферы уменьшается, величина хаотической скорости молекул, летящих вверх, должна возрастать.

Кроме того, на скорость молекул, летящих вверх и вниз, в равной по величине, но противоположной по знаку степени действует сила тяжести.

Следовательно, согласно [6], поскольку действие высотного градиента плотности и действие силы тяжести на молекулы, летящие вверх и вниз, проявляется в равной мере, но противоположно по направлению, то среднее значение хаотической скорости молекул, измеренных за это время для молекул, летящих вверх и вниз, должно быть близко величине горизонтальной составляющей скорости молекул, на которые указанные выше факторы не действуют. Однако, как это следует из рис. 2, а, измеренное значение величины хаотической скорости молекул, летящих вверх и вниз, а следовательно, и их среднее значение, оказались меньше величины горизонтальной составляющей скорости молекул, что может быть связано [6] с действием эффекта влияния градиента плотности атмосферы (длины свобод-

ного пробега молекул) на силу тяжести. Так, с возрастанием плотности атмосферы с понижением высоты за счет уменьшения λ ускорение молекул, летящих вниз, за счет силы тяжести будет уменьшаться, а для молекул, летящих вверх, торможение молекул за счет силы тяжести будет возрастать за счет возрастания λ с высотой, а значит среднее значение скорости молекул, летящих вверх и вниз, за счет этого будет тоже уменьшаться. Что и наблюдаем на рис. 2, а: среднее значение скорости молекул, летящих вверх и вниз, оказалось меньше скорости горизонтально летящих молекул.

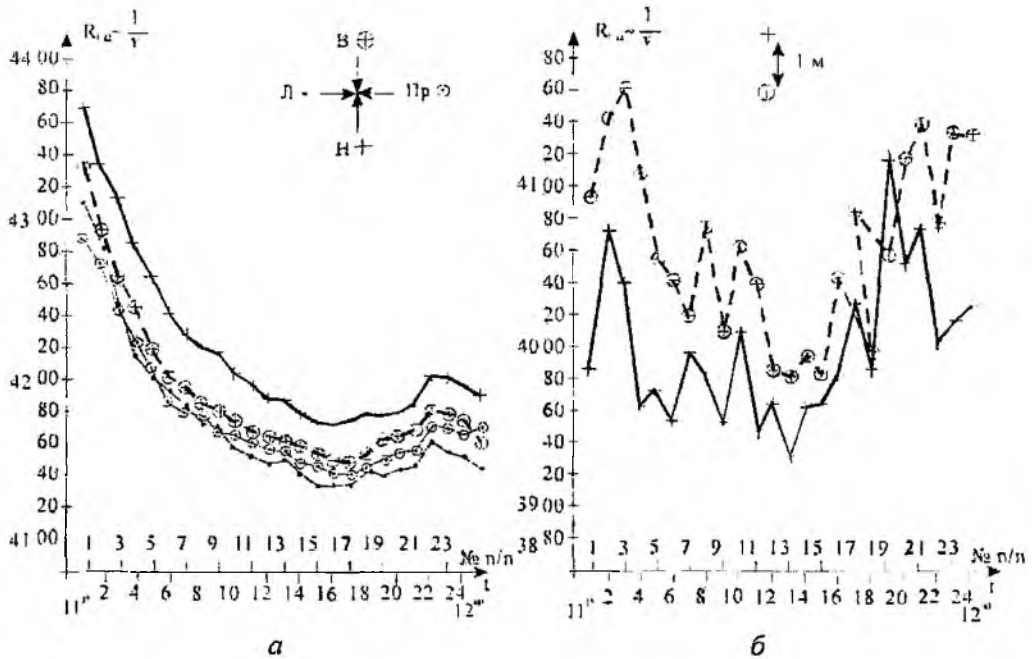


Рис. 2

На рис. 3 а, б представлены такие же экспериментальные данные, что и на рис. 2 а б, полученные в тот же день, но в другое время суток (с 13⁰⁰ до 14⁰⁰).

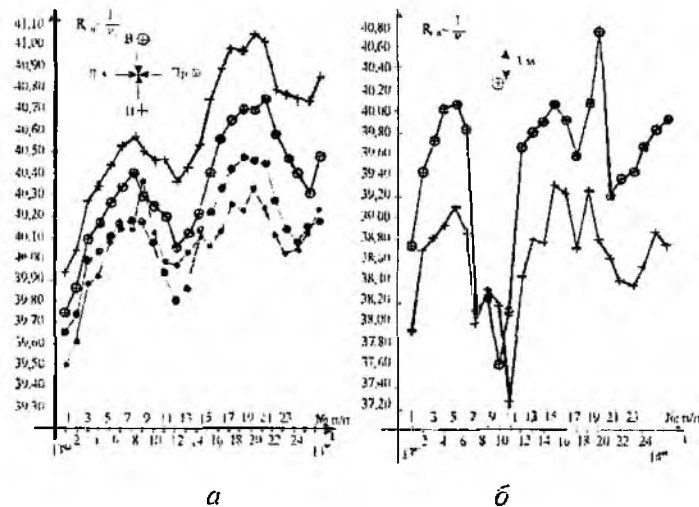


Рис. 3

Здесь погодные условия несколько изменились и отмеченная выше картина проявилась более четко. Так, примерно при том же высотном градиенте вертикальные скорости молекул (как вниз так и вверх) оказались существенно меньше величины горизонтальной составляющей скорости молекул и следовательно, их средние значения оказались значительно меньше горизонтальных составляющих скорости молекул.

На рис. 4 представлены экспериментальные данные, полученные на полигоне на высоте 1,5 м с помощью способа, описанного выше. В данном случае проводились одновременные измерения четырех составляющих хаотической скорости молекул (вверх, вниз, вправо, вле-

во) в результате дискретного поворота каждого термометра на 90° . Так что на рис. 4 представлены четыре временные зависимости (а, б, в, г), полученные четырьмя термометрами, каждый из которых одновременно поворачивался дискретно на 90° в течение 360° , так что на каждом рисунке представлены временные зависимости, измеренные таким образом для четырех составляющих хаотической скорости молекул одним и тем же термометром. Измерения проводились 12.10.05 г. при температуре $t = 15^\circ\text{C}$ при пасмурной погоде и сильном порывистом ветре с 14^{00} до 15^{20} .

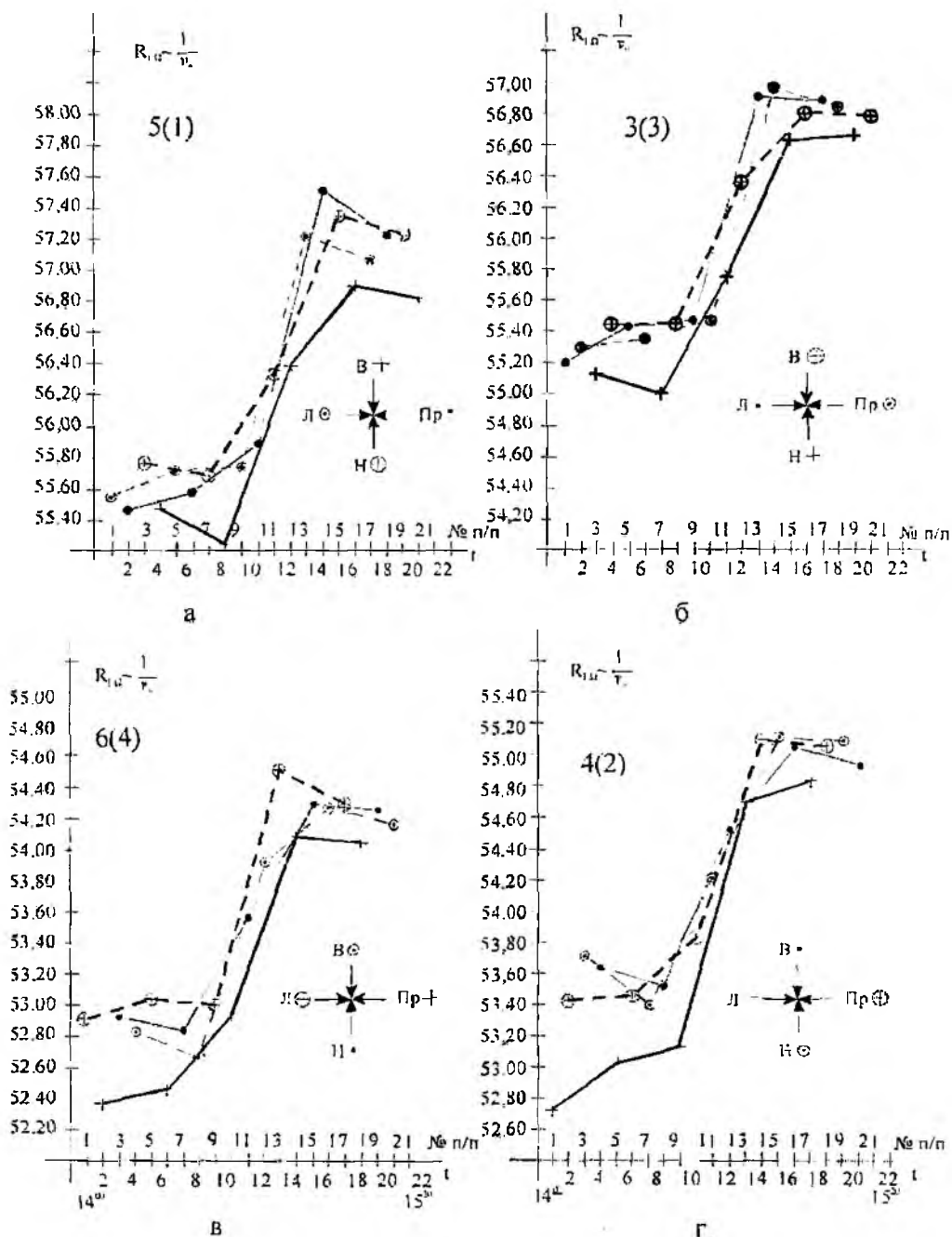


Рис. 4

Характерной особенностью представленных на рис. 4 данных, полученных одновременно четырьмя независимыми термометрами в результате дискретного поворота их на 90° по часовой стрелке, является удовлетворительное подобие этих зависимостей, что свидетельствует о высокой достоверности данных и явно выраженном эффекте, ибо все четыре термометра измеряли

за одно и то же время одни и те же характеристики атмосферы. Для всех четырех графиков характерным является различие измеряемой величины хаотической скорости молекул атмосферы, для молекул, летящих вниз и вверх, и совпадение скорости молекул, летящих вверх, со скоростью молекул, летящих справа и слева, т.е. горизонтально. Скорость молекул, летящих вниз, оказалась больше скорости молекул, летящих вверх и горизонтально. Среднее значение скорости молекул, летящих вверх и вниз, в данном случае также оказалось отличным от средней величины горизонтальной составляющей скорости молекул.

Согласно [6] для такого различия скорости молекул, летящих вниз и вверх, температура с высотой должна падать.

Таким образом, представленные здесь экспериментальные данные, полученные на полигоне на высоте 1,5 м, свидетельствуют о том, что наблюдается явно выраженное различие величины хаотической скорости молекул, летящих вверх и вниз. Это различие меняется в зависимости от вертикального градиента температуры, причем среднее значение величины хаотической скорости молекул, летящих вверх и вниз не равно, а бывает либо больше, либо меньше по величине среднего значения горизонтальных составляющих скорости молекул в зависимости от высотного градиента температуры.

Ниже представлены такие же экспериментальные данные, но полученные в г. Харькове на высоте ≈ 20 м. Измерения велись таким же образом двумя способами.

На рис. 5, а представлены временные зависимости хаотической скорости молекул (вернее, сопротивлений термисторов, обратно пропорциональных хаотической скорости молекул), измеренной одновременно для четырех направлений, 04.08.05 г. в центре Харькова на высоте ≈ 20 м за период с 6^{50} до 8^{05} местного времени. Здесь обозначения те же, что и на предыдущих рисунках. Измерения велись при ясной тихой погоде при температуре $t = 12^\circ \text{C}$.

На рис. 5, б представлена временная зависимость высотного градиента температуры, измеренная за этот период времени. Измерения градиента велись при вертикальной базе 1 м одним термометром, который периодически перемещался с одной высоты на другую.

Как следует из рис. 5, а, наблюдается явное и устойчивое различие величины хаотической скорости молекул, измеренной одновременно для четырех направлений. Так, величины хаотической скорости молекул, летящих справа и слева (т.е. горизонтально), оказались близкими между собой, и больше величины скоростей молекул, летящих сверху и снизу. Скорости молекул, летящих снизу и сверху, неодинаковы. Величина скорости молекул, летящих книзу, оказалась меньше скорости молекул, летящих кверху. Среднее значение скорости молекул, летящих книзу и вверх, меньше среднего значения скорости молекул, летящих горизонтально (справа и слева).

Из рис. 5, б следует, что среднее значение величины градиента температуры за период измерений было меньше $3,4\%$ м. Следовательно, согласно [7], при таких градиентах плотность атмосферы с понижением высоты должна возрастать, что должно приводить, согласно [6], к большему торможению скорости молекул, летящих книзу и летящих вверх. Наблюдаемую картину различия составляющих хаотической скорости молекул можно объяснить, согласно [6], только действием третьего механизма, влияющего на величину вертикальных составляющих скорости молекул, а именно, влиянием плотности атмосферы Земли (вернее, длины свободного пробега молекул) на степень проявления силы тяжести Земли.

На рис. 6, а представлена такая же, что и на рис. 5, а, временная зависимость хаотической скорости молекул, измеренная одновременно для четырех направлений в центре Харькова в течение с 8^{00} до 9^{00} 27.08.05 г. при пасмурной тихой погоде и при температуре воздуха $t = 12^\circ \text{C}$.

На рис. 6, б представлена временная зависимость высотного градиента температуры, измеренная на этой же высоте за это же время.

Как следует из рис. 6, а, здесь наблюдается также различие вертикальных скоростей молекул от горизонтальных. Так, с 8^{00} до 8^{35} величина хаотической скорости молекул, летящих вниз, оказалась больше величины скорости молекул, летящих горизонтально (справа, слева), а для летящих вверх она оказалась меньше величины горизонтальной составляющей. В 8^{35}

в связи с резким изменением погоды (появилось солнце) соотношение между измеренными составляющими хаотической скорости молекул резко изменилось. Здесь уже величина скорости молекул, летящих вниз, оказалась меньше горизонтальной составляющей (справа, слева), а для молекул, летящих вверх, величина скорости оказалась близкой величине скорости молекул, летящих горизонтально (справа, слева). В результате этого соотношение между средним значением величины хаотической скорости молекул, летящих кверху, книзу и летящих справа и слева резко изменялось в связи с резким изменением погодных условий: так, если средняя величина для хаотической скорости молекул, летящих вниз и вверх, за период 8^{00} до 8^{35} была близка среднеарифметическому значению горизонтальных составляющих скорости молекул (летящих справа и слева), то с 8^{35} до 9^{00} картина оказалась несколько иной. Здесь среднеарифметическое значение скоростей молекул, летящих вниз и вверх, оказалось меньше, среднеарифметического значения горизонтальных составляющих (справа и слева) скорости молекул.

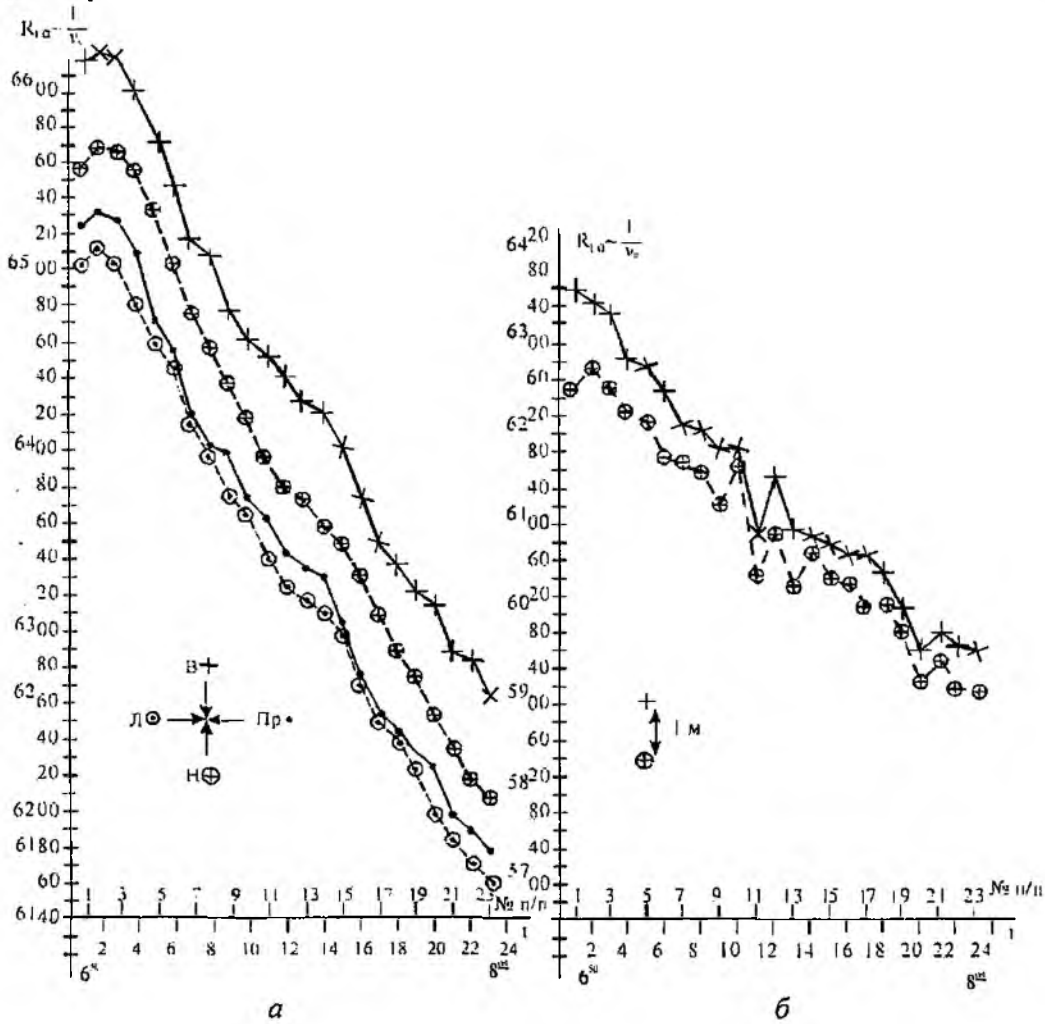


Рис. 5

Согласно рис. 6, б, вертикальный градиент температуры воздуха за этот период измерений был близок нулю, что согласно [7], должно свидетельствовать о том, что плотность атмосферы с понижением высоты должна расти. Такое состояние атмосферы, согласно [6], должно приводить к тому, что скорость молекул, летящих книзу, должна уменьшаться по сравнению с горизонтально летящими молекулами, а скорость молекул, летящих снизу, повышаться, что мы и наблюдаем на рис. 6, а с 8^{35} до 9^{00} .

Таким образом, существование различий между среднеарифметическим значением скорости молекул, летящих книзу и кверху, с одной стороны, и среднеарифметическим значением скоростей молекул, летящих справа и слева (горизонтальная составляющая), с другой

стороны, свидетельствует о влиянии в данном случае плотности (длины свободного пробега) через силу тяжести на скорости молекул, летящих вверх и вниз.

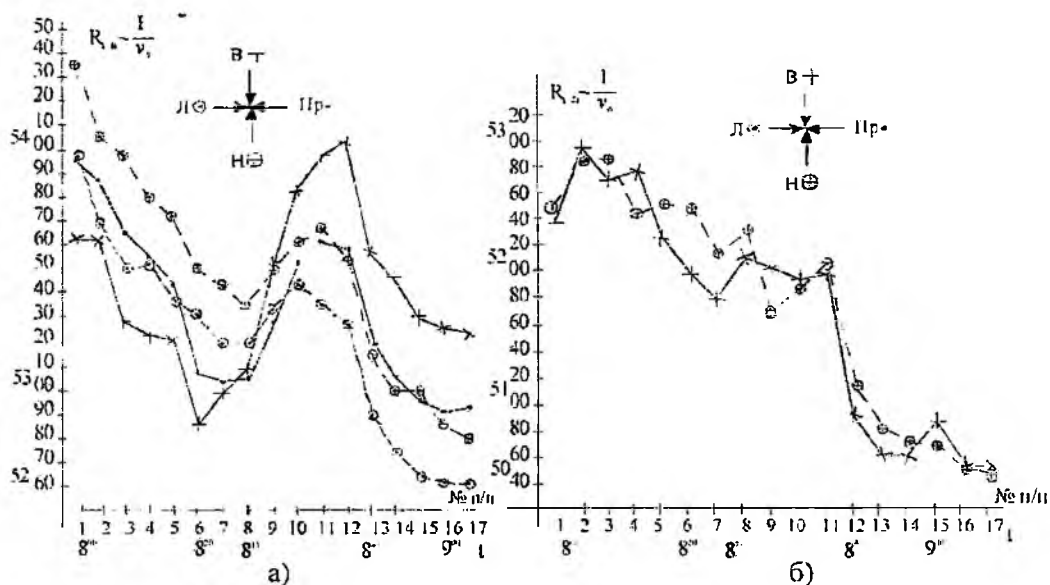


Рис. 6

На рис. 7 представлены экспериментальные данные, полученные в центре Харькова на высоте ≈ 20 м, но другим способом.

В данном случае проводились одновременные измерения четырех составляющих хаотической скорости молекул, летящих вверх, вниз, справа и слева в результате дискретного поворота каждого из четырех термометров на 90° одновременно. На рис. 7, 8 представлено по четыре временных зависимости (а, б, в, г), полученные четырьмя термометрами одновременно.

На рис. 7 представлены данные, полученные 02.10.2005 г в течение времени с 6^{25} до 9^{45} при ясной тихой погоде и при температуре воздуха $t = 10^\circ\text{C}$.

Характерной особенностью рис. 7 является хорошее подобие временных зависимостей для четырех составляющих скорости молекул, полученных каждым из четырех термометров при повороте их одновременно на 90° , что свидетельствует о высокой достоверности полученных данных, поскольку каждый термометр измерял за одно и то же время одни и те же температурные характеристики.

Для представленных на рис. 7 экспериментальных данных характерным является то, что величина скорости молекул, летящих вниз, существенно меньше скорости молекул, летящих вверх и горизонтально (справа и слева), которые оказались близкими по величине, а среднеарифметическое значение скорости молекул, летящих вниз и вверх оказалось меньше среднего значения скорости молекул, летящих горизонтально.

Измеренный за это время градиент температуры для данных, представленных на рис. 7, был близок нулю. Следовательно, для данных, представленных на рис. 7, характерным должно быть возрастание плотности атмосферы с понижением высоты и, следовательно, согласно [6], скорость молекул, летящих вниз, должна за счет этого фактора уменьшаться, а скорость молекул, летящих вверх должна возрасти на столько же. Действие силы тяжести на молекулы, летящие вверх и вниз, должно одинаково проявляться, ускоряя молекулы, летящие вниз, и на столько же вызывая торможение молекул, летящих вверх.

В результате воздействия этих двух факторов (плотности и силы тяжести) на скорость молекул, летящих вниз и вверх, среднее значение скорости молекул, летящих вверх и вниз должно было бы быть равно среднему значению горизонтальной скорости молекул, летящих справа и слева. У нас же наблюдается существенное различие среднеарифметического значения составляющей скорости молекул, летящих вниз и вверх, и среднеарифметического значения скорости молекул, летящих в горизонтальном направлении (слева и справа). На

блюдаемый эффект. согласно [6], можно объяснить действием плотности атмосферы (а следовательно, длины свободного пробега молекул) на проявление силы тяжести на скорость молекул, летящих вверх и вниз.

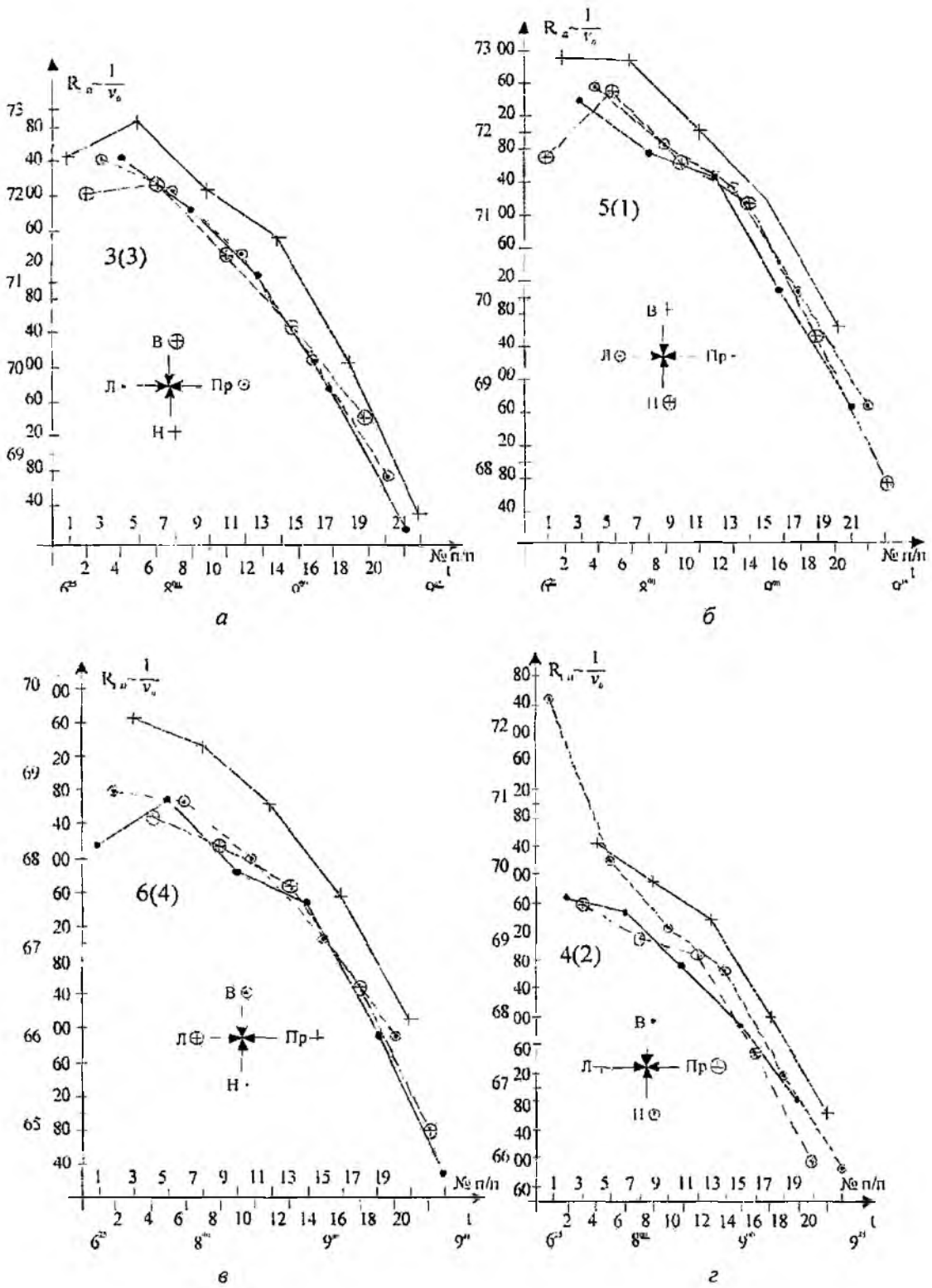


Рис. 7

Обсуждение результатов

Итак, представленные экспериментальные данные, полученные двумя способами, в двух различных географических условиях (в центре Харькова и на полигоне), на двух различных высотах (1,5 и 20 м), в различное время года и суток, при различных погодных условиях, свидетельствуют о существовании явно выраженного различия среднеарифметического значения измеренных одновременно хаотических скоростей молекул, летящих кверху и книзу, от среднеарифметического значения скоростей молекул, летящих справа и слева (т.е. горизонтально). Это различие определенным образом привязано к измеряемым одновременно вертикальным градиентам температуры. Если бы на хаотическую скорость молекул, летящих вверх и вниз, как это показано в [6], действовали только два фактора, а именно – сила тяжести, направленная вниз и приводящая к увеличению скоростей молекул, летящих вниз, и в такой же степени к уменьшению скоростей молекул, летящих вверх, и высотный градиент плотности атмосферы, который также действует на молекулы, летящие вверх и вниз, ускоряя одни и в такой же степени тормозя другие, – то мы никогда бы не наблюдали в экспериментах различия среднеарифметического значения величины хаотической скорости молекул, летящих вверх и вниз, от среднеарифметического значения хаотической скорости молекул, летящих справа и слева (в горизонтальной плоскости), как это показано в работе [6]. Ведь в этом случае, как следует из [6], среднеарифметическое значение хаотической скорости молекул, летящих сверху и снизу, не менялось бы, поскольку сила тяжести и градиент плотности действуют в противоположных направлениях, увеличивая скорость молекул в одном направлении и уменьшая в противоположном в равной степени, так что среднее значение скорости молекул, летящих вверх и вниз, в этом случае не должно меняться, оставаясь равным средней величине скорости горизонтально летящих молекул (справа и слева). Однако в экспериментах мы наблюдаем явно выраженное различие средних величин скоростей вертикально летящих молекул от средней величины скоростей горизонтально летящих молекул (слева и справа).

Следовательно, необходимо допустить существование какого-то третьего фактора, который действует на вертикальные составляющие хаотической скорости молекул, приводя к наблюдаемому в экспериментах различию между средним значением хаотических скоростей молекул, летящих вверх и вниз, и средним значением хаотических скоростей молекул, летящих в горизонтальном направлении.

Согласно [6], таким фактором может быть влияние длины свободного пробега молекул атмосферы на действие силы тяжести на скорость молекул, летящих вниз и вверх, приводя к изменению среднего значения скоростей молекул, летящих вниз и вверх, относительно среднего значения скорости молекул, летящих горизонтально, при изменении высотного градиента плотности атмосферы.

Дело в том, что длина свободного пробега молекул, как показано в [6], влияет на скорость молекул, летящих вниз и вверх, по-разному. Связано это с тем, что действие силы тяжести на скорость молекул, движущихся вниз (вверх), в чистом виде проявляется до их первого столкновения с молекулами атмосферы. После соударения молекула, движущаяся вниз (вверх), может терять часть своей энергии при соударении, например с молекулами, летящими горизонтально. В этом случае действие силы тяжести будет зависеть от длины свободного пробега молекул.

Молекула, летящая вниз, при большой длине свободного пробега молекул успеет за счет ускорения g за одно и то же время пройти большой путь и таким образом развить большую скорость или затормозится для молекулы, летящей вверх в большей мере, чем при меньшей длине свободного пробега. Это приводит к тому, что средняя величина хаотической скорости молекул, летящих вниз и вверх, при наличии вертикального градиента плотности атмосферы, не будет равна средней величине хаотической скорости молекул, летящих горизонтально (справа и слева).

Связано это с тем, что при наличии высотного градиента плотности атмосферы, например когда плотность атмосферы растет с высотой (длина свободного пробега молекул уме-

ньшается с высотой), то для молекул, летящих вниз, с понижением высоты длина свободного пробега молекул будет возрастать и, следовательно, проявление силы тяжести будет возрастать, и скорость молекулы, летящей вниз, будет за счет этого фактора возрастать. Для молекул, летящих вверх, длина свободного пробега при этом с ростом высоты будет уменьшаться, и потому проявление силы тяжести на эти молекулы уменьшится, что приведет к меньшему торможению молекул, летящих вверх, т.е. к возрастанию скорости этих молекул за счет этого фактора. Одновременное возрастание скорости молекул, летящих вверх и вниз, при этом приведет к тому, что среднее значение хаотической скорости молекул, летящих вниз и вверх, будет больше среднего значения скоростей молекул, летящих горизонтально (справа и слева). При уменьшении плотности атмосферы с высотой (росте длины свободного пробега с высотой) влияние данного фактора проявляется обратным образом, т.е. поскольку с уменьшением высоты длина свободного пробега молекул уменьшается, то для молекул, летящих вниз, проявление силы тяжести уменьшится и скорость их уменьшится, а для молекул, летящих вверх, поскольку с ростом высоты длина свободного пробега увеличивается, и проявление силы тяжести на молекулы возрастает, их торможение за счет силы тяжести возрастает, и таким образом за счет этого фактора скорость их уменьшится. В результате чего средняя величина хаотической скорости молекул, летящих вниз и вверх, в данном случае будет меньше средней величины скорости молекул, летящих горизонтально (справа и слева).

Таким образом будет меняться средняя величина хаотической скорости молекул, летящих вниз и вверх, относительно среднего значения скорости молекул, летящих горизонтально (слева и справа) с изменением высотного градиента плотности атмосферы, принимая значения, большие при росте плотности с высотой, и меньшие при уменьшении плотности с высотой.

На основании сказанного можно считать раскрытым механизм, приводящий к наблюдаемому в экспериментах [1–3] эффекту анизотропии молекулярных процессов атмосферы, связанному с высотным температурным градиентом атмосферы.

Дело в том, что наблюдаемый в экспериментах [1–3] новый эффект – эффект анизотропии молекулярных процессов в атмосфере Земли получен при измерении средних значений хаотической скорости молекул и длины свободного пробега их для молекул, летящих вдоль луча зрения «от нас» и «к нам», в зависимости от угла места луча зрения.

Наблюдаемый эффект анизотропии в [1–3] есть результат влияния изменения плотности атмосферы, а следовательно, и длины свободного пробега молекул с высотой на действие силы гравитации, приводящей к тому, что действие силы гравитации по величине при этом неодинаково проявляется для молекул, летящих вверх и вниз, что и приводит к отличию среднего значения хаотической скорости молекул, летящих вниз и вверх, от среднего значения величины скорости молекул, летящих горизонтально (справа и слева) в ту или иную сторону, в зависимости от знака высотного градиента температуры, т.е. температурной стратификации атмосферы.

Заключение

В результате непосредственного измерения хаотической скорости молекул атмосферы в вертикальной плоскости одновременно в четырех направлениях (для молекул, летящих вверх, вниз, справа и слева) раскрыт механизм, вызывающий установленный ранее новый эффект – эффект анизотропии молекулярных процессов в атмосфере Земли [1–3], наблюдаемый при измерении средних значений хаотической скорости молекул и длины свободного пробега их для молекул, летящих вдоль луча зрения «от нас» и «к нам» в зависимости от угла места луча зрения.

Полученные многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что наблюдаемый эффект может вызываться влиянием длины свободного пробега молекул атмосферы на действие силы тяжести на скорости молекул, летящих вверх и вниз, приводя к изменению среднего значения скоростей молекул, летящих вверх и вниз, относительно среднего значения скорости молекул, летящих горизонтально, при изменении высотного градиента плотности атмосферы.

Список литературы: 1. *И.А. Делов.* Анизотропия параметров ионизованного метеорного следа, связанных с молекулярными процессами в атмосфере // Изв. АН СССР. Геомагнетизм и аэрология. 1966. Т. 26, №2, С. 265–268. 2. *Делов И.А., Слипченко Н.И.* Результаты экспериментальных исследований анизотропии молекулярных процессов атмосферы с помощью акустического зондирования // Прикладная радиоэлектроника. 2004. Т. 3, №3. С. 27-36. 3. *Бондаренко М.Ф., Слипченко Н.И., Делов И.А., Леонидов А.В.* Результаты измерений анизотропии температуры атмосферы в приземном слое Земли контактным способом // Прикладная радиоэлектроника. 2005. Т. 4, № 4. С. 383-393. 4. *Делов И.А., Слипченко М.И., Леонидов А.В.* Спосіб вимірювання коефіцієнта анізотропії температури повітря. Заявка на патент України № а 2006 11354 від 27.10.2006. 5. *Делов И.А., Слипченко М.И., Леонидов А.В.* Спосіб вимірювання коефіцієнта анізотропії температури повітря. Заявка на патент України №№ а 2006 11323 від 27.10.2006. 6. *Делов И.А., Слипченко Н.И., Леонидов А.В.* К вопросу о влиянии силы тяжести и плотности атмосферы на величину вертикальной составляющей хаотической скорости молекул // Прикладная радиоэлектроника. 2006. 7. *Матвеев Л.Т.* Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: Гидрометиздат, 1965. 876 с.

*Харьковский национальный
университет радиоэлектроники*

Поступила в редколлегию 13.02.2007