

## ЭФФЕКТ АНИЗОТРОПИИ ХАОТИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ МОЛЕКУЛ, СВЯЗАННЫЙ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ВЕТРОМ. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗЫ

### Введение

В [1] на основании теоретического анализа сформулирована гипотеза о том, что в атмосфере Земли должна существовать анизотропия хаотической скорости молекул в горизонтальной плоскости, связанная с горизонтальным ветром. Там же показано, что при наличии барического градиента возможны два случая такой анизотропии: либо хаотическая скорость молекул, летящих против ветра, меньше хаотической скорости молекул, летящих по ветру, либо хаотическая скорость молекул, летящих против ветра, больше хаотической скорости молекул, летящих по ветру.

Для проверки этой гипотезы были проведены специальные эксперименты, результаты которых представлены ниже.

### Методика измерений

Для проверки гипотезы использовался специально разработанный способ [2], позволяющий одновременно измерять хаотическую скорость молекул в горизонтальной плоскости для четырех направлений с помощью термисторов, расположенных на концах двух взаимно перпендикулярных осей, установленных в горизонтальной плоскости. Датчики хаотической скорости молекул ориентировались в горизонтальной плоскости таким образом, что два из них располагались на концах одной линии, направленной вдоль ветра, а два других располагались на концах другой линии, перпендикулярной направлению ветра. Измерения могли проводиться либо одновременно всеми четырьмя датчиками, либо одним датчиком в четырех направлениях последовательно: по ветру, против ветра и в двух направлениях, перпендикулярных направлению ветра, справа и слева. в результате дискретного, через 90°, поворота датчиков вокруг вертикальной оси в горизонтальной плоскости.

Первый способ позволял измерять практически одновременно хаотическую скорость молекул для четырех направлений, что исключило влияние временных изменений измеряемых величин. Но этот способ требовал калибровки датчиков температур перед измерениями и после них.

Второй способ исключал аппаратно-методическую ошибку, поскольку измерения во всех направлениях велись одним и тем же датчиком.

Представленные ниже результаты получены, в основном, вторым способом. Измерения проводились на полигоне на открытой площадке размером 200×200 м на высоте 1,5 м над уровнем Земли.

### Результаты измерений

На рис. 1–8 представлены результаты измерений, полученные за период с 15.06.2006 г. по 25.10.2007 г. при разных погодных условиях, в основном в дневное время суток.

Измерения проводились при различном направлении ветра, в основном при умеренной его скорости, при различной температуре, которая менялась от 5° до 35°С. Измерения проводились эпизодически, при ясной солнечной погоде и при сильной и слабой облачности.

На рис. 1 представлена временная зависимость хаотической скорости молекул, полученная 15.06.2006 г. одновременно для случая, когда хаотическая скорость молекул была направлена против ветра – ⊙ и по ветру – • (на рисунках представлена величина сопротивления термистора, обратно пропорциональная хаотической скорости молекул). Измерения проводились вторым способом, т.е. одним датчиком хаотической скорости молекул, который периодически, через 2–3 мин, менял направление «по ветру» и «против ветра».

Результаты получены при небольшом южном ветре, при высокой облачности и при температуре воздуха  $t = 25^\circ\text{C}$ .

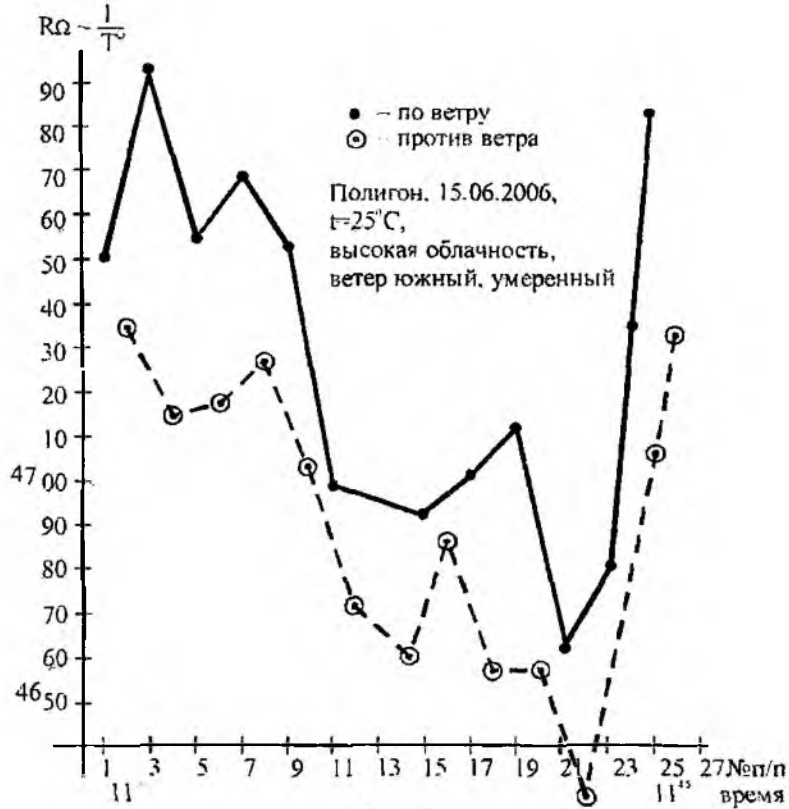


Рис. 1

На рис. 1 наблюдается явно выраженное различие величины хаотической скорости молекул, летящих по ветру и против ветра. Здесь за весь период измерений (с 11<sup>00</sup> до 11<sup>45</sup>) величина хаотической скорости молекул, летящих против ветра, больше хаотической скорости молекул, летящих по ветру.

На рис. 2 представлены данные, полученные 29.05.2007 г. при ясной солнечной погоде, при температуре  $t = 35^\circ\text{C}$  и при умеренном восточном ветре.



Рис. 2

Как следует из рис. 2, здесь так же, как и на рис. 1, несмотря на существенное отличие погодных условий, наблюдается явно выраженное различие хаотических скоростей молекул, измеренных по ветру и против ветра.

На рис 3, а, б представлены экспериментальные данные, полученные с помощью двух датчиков температуры, которые одновременно измеряли хаотические скорости молекул, летящих по ветру и против ветра. Оба датчика были расположены на одной линии, причем, когда один из них измерял хаотическую скорость молекул по ветру, другой измерял хаотическую скорость молекул против ветра. Затем, через 2–3 мин, направление менялось на 180° и т.д.

Измерения проводились 19.06.2007 г. при ясной погоде, при температуре воздуха 27°С и при слабом северном ветре.

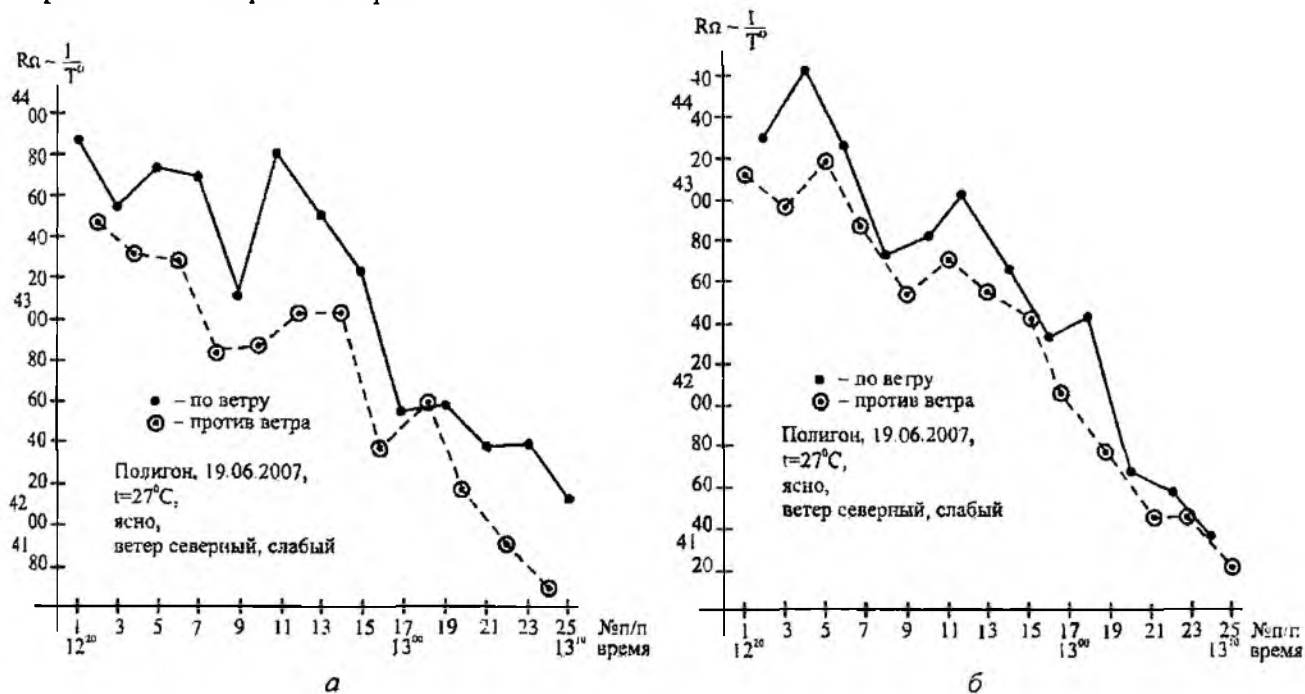


Рис. 3

Несмотря на заметное отличие погодных условий для результатов, представленных на рис. 3 от представленных на рис. 1 и 2, здесь мы также наблюдаем ту же характерную особенность: хаотическая скорость молекул, летящих по ветру, оказалась значительно меньше скорости молекул, летящих против ветра. Причем, характер наблюдаемой закономерности (характер временных изменений) явно выражен, а результаты, полученные одновременно двумя датчиками температур, практически совпадают, что свидетельствует о достоверности наблюдаемого эффекта.

На рис. 4 представлены такие же экспериментальные данные, что и на рис. 3, а, б, полученные 22.06.2007 г., при таких же погодных условиях, но при северо-западном ветре. Характер наблюдаемой закономерности практически сохранился: скорость молекул, летящих по ветру, меньше скорости молекул, летящих против ветра.

На рис. 5 представлены данные, полученные, в отличие от предыдущих данных, при несколько иной погоде. Эти результаты получены 29.08.2007 г. при высокой облачности, при температуре воздуха  $t = 25\text{ C}$  и при слабом ветре северо-западного направления.

Однако, как следует из рис. 5, характер наблюдаемой на предыдущих рисунках закономерности, сохраняется и здесь: хаотическая скорость молекул, летящих по ветру, оказалась меньше скорости молекул, летящих против ветра.

На рис. 6 представлены данные, полученные 12.09.2007 г. при высокой облачности, при небольшом восточном ветре и при более низкой температуре воздуха ( $t = 15-18\text{ C}$ ).



Рис. 4



Рис. 5

Хотя в данном случае температура атмосферы значительно снизилась (с  $25\text{--}35^{\circ}\text{C}$  до  $15\text{--}18^{\circ}\text{C}$ ), однако характер наблюдаемого эффекта не изменился: на всем протяжении измерений наблюдается явно выраженное различие хаотической скорости молекул, летящих по ветру и против ветра, причем, скорость молекул, летящих по ветру, меньше скорости молекул, летящих против ветра.

На рис. 7, а, б представлены данные, полученные 25.10.2007 г. при еще более низкой температуре ( $t=5^{\circ}\text{C}$ ) и при сильном порывистом ветре восточного направления. Представленные на рис. 7 данные, получены с помощью двух датчиков температуры, каждый из которых измерял хаотическую скорость молекул сначала в одном направлении (по ветру или против ветра), потом в другом (противоположном первому).

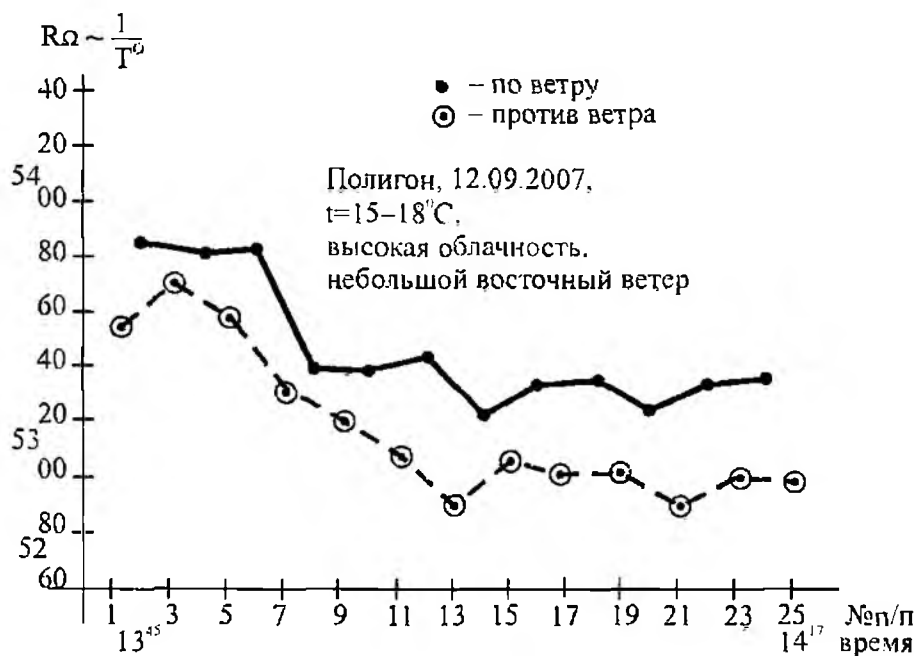


Рис. 6

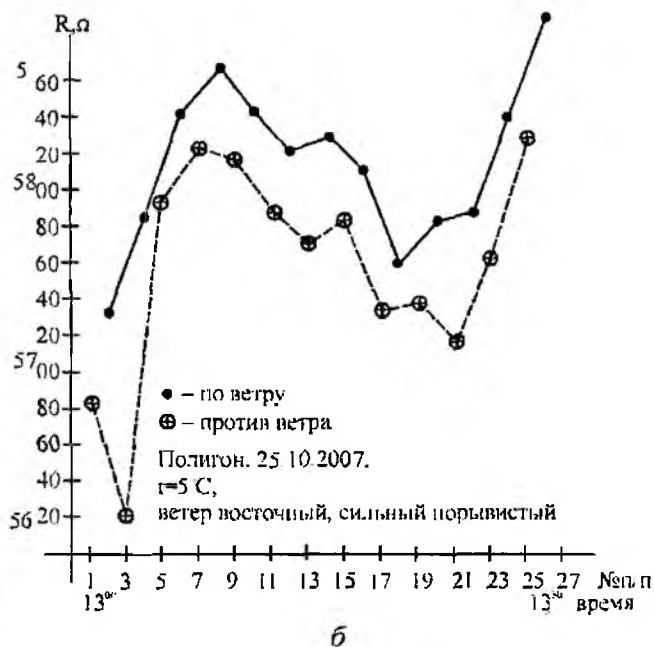
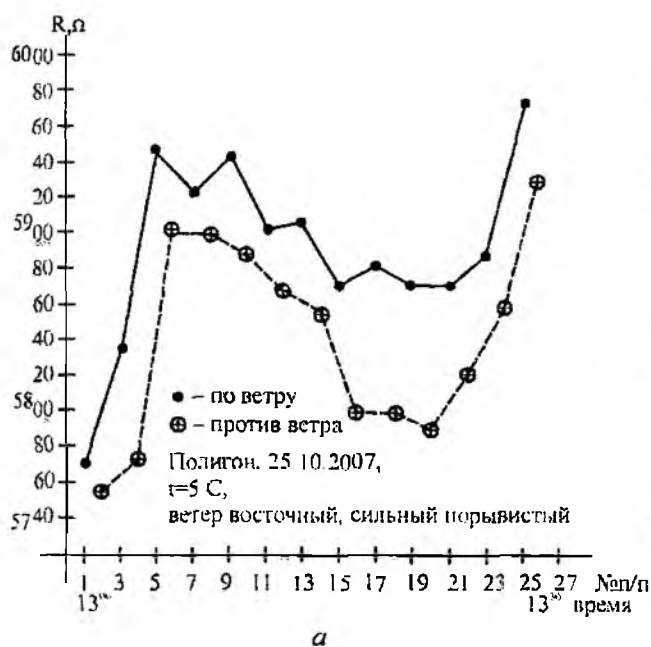


Рис. 7

Как следует из рис. 7, несмотря на значительное снижение температуры воздуха и изменение характера ветра (сильный порывистый ветер), характер анизотропии не изменился. Наблюдается явно выраженная анизотропия: хаотическая скорость молекул воздуха против ветра больше, чем по ветру. Обращает на себя внимание тот факт, что временные зависимости анизотропии, полученные одновременно двумя независимыми датчиками температуры, удовлетворительно совпадают, что еще раз подтверждает достоверность полученной информации.

И в заключение на рис. 8 представлены данные такого же характера, как и на предыдущих рисунках, но полученные по несколько иной методике.

Измерения проводились на полигоне 12.09.2007 г. при небольшом восточном ветре, при высокой облачности и при температуре воздуха около 15°C.

В данном случае измерения проводились следующим образом.

Два датчика, установленные в горизонтальной плоскости на противоположных концах рейки, поворачивались относительно вертикальной оси дискретно, сначала по ветру, затем

против ветра. После этого рейка, соединяющая два датчика, поворачивалась перпендикулярно направлению ветра и измерялась скорость молекул одним и другим датчиком. После этого ось, соединяющая эти два датчика, поворачивалась на  $180^\circ$  в горизонтальной плоскости, и снова проводились измерения хаотической скорости молекул этими датчиками. Таким образом, каждый датчик измерял скорость молекул в двух противоположных направлениях. В итоге, по результатам, полученным каждым датчиком, можно было построить зависимость одновременного изменения хаотической скорости молекул, летящих по ветру, против ветра и в двух противоположных направлениях, перпендикулярных направлению ветра.

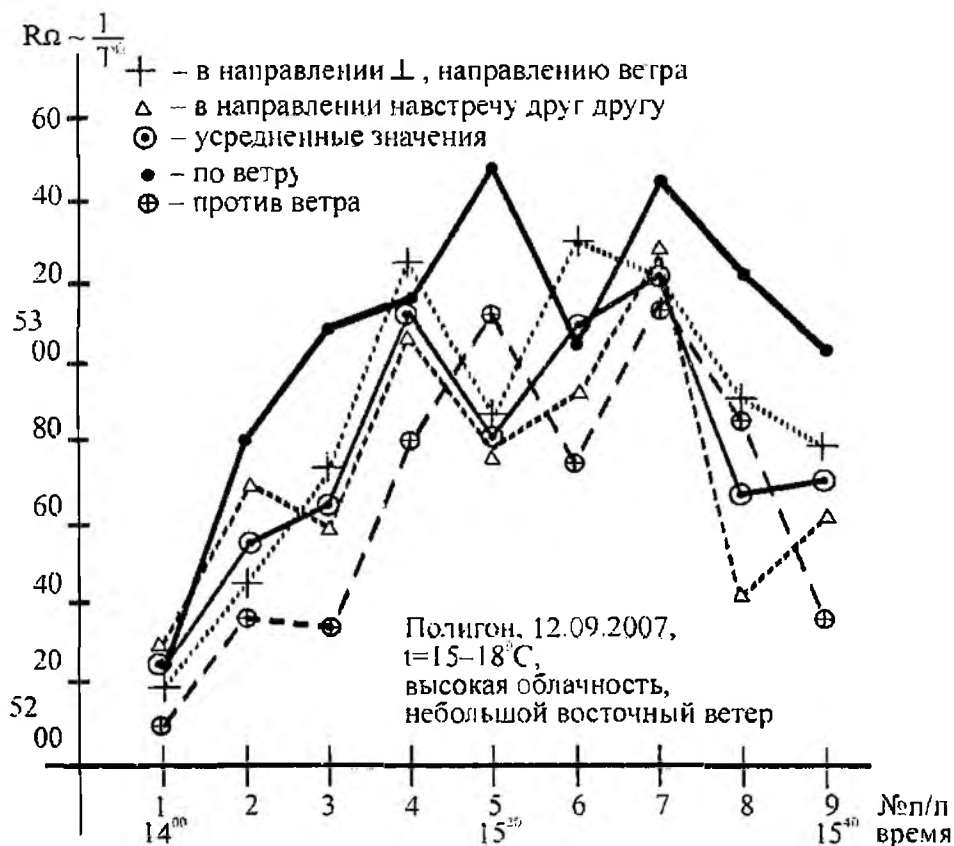


Рис. 8

На рис. 8 представлены данные, полученные с помощью одного датчика. Здесь: ● – скорость молекул, летящих по ветру; ⊕ – скорость молекул, летящих против ветра; + – скорость молекул, летящих перпендикулярно направлению ветра в одном направлении; Δ – скорость молекул, летящих перпендикулярно направлению ветра в противоположном направлении; ⊙ – усредненное значение скорости молекул, летящих перпендикулярно направлению ветра.

Характерной особенностью данного рисунка является следующее:

– во-первых, как и на предыдущих рисунках, скорость молекул, летящих по ветру, меньше скорости молекул, летящих против ветра;

– во-вторых, скорость молекул, летящих в направлении, перпендикулярном направлению ветра, оказалась меньше скорости молекул, летящих против ветра, но больше скорости молекул, летящих по ветру.

### Обсуждение результатов

Характерной особенностью представленных здесь результатов является явно выраженное различие хаотической скорости молекул, летящих по ветру и против ветра, причем, на всех представленных рисунках хаотическая скорость молекул, летящих по ветру, всегда меньше хаотической скорости молекул, летящих против ветра. Наблюдаемый эффект прояв-

ляется одинаково, независимо от погоды, температуры воздуха, направления и скорости ветра, а также от времени года и времени суток.

Таким образом, представленные здесь экспериментальные данные подтверждают высказанную нами ранее гипотезу [1] о возможности существования в атмосфере Земли анизотропии хаотической скорости молекул, связанную с горизонтальным ветром. Причем оказалось, что хаотическая скорость молекул, летящих по ветру, всегда меньше хаотической скорости молекул, летящих против ветра.

Поскольку ветер [4] представляет собой перемещение воздушных масс под действием барического градиента из области повышенного давления в область пониженного давления, то полученные нами результаты свидетельствуют о том, что в области повышенного давления температура воздуха всегда должна быть меньше, чем в области пониженного давления, и потому хаотическая скорость молекул, летящих по ветру, всегда будет меньше хаотической скорости молекул, летящих против ветра, что мы и наблюдаем в наших экспериментах.

Стоит отметить еще одну характерную деталь, наблюдаемую на рис. 8: удовлетворительное согласие полученных экспериментальных данных с гипотезой [3], согласно которой всякая нейтральная газовая среда способна передавать кинетическую энергию в любом заданном направлении, создавая определенную анизотропию хаотической скорости молекул вдоль пути передаваемой кинетической энергии. Так, если хаотическая скорость молекул в направлении передачи кинетической энергии меньше хаотической скорости молекул газовой среды, то хаотическая скорость молекул, летящих во встречном и перпендикулярном встречному направлениях, всегда будет больше скорости молекул, летящих в направлении передаваемой кинетической энергии, что мы и наблюдаем на рис. 8. Здесь хаотическая скорость молекул, летящих во встречном (против ветра) и в перпендикулярном основному направлениях, оказалась больше скорости молекул, летящих по ветру.

Таким образом, результаты представленные на рис. 8 являются первым экспериментальным подтверждением гипотезы [3].

### **Заключение**

Полученные экспериментальные данные подтверждают высказанную нами ранее гипотезу и, таким образом, свидетельствуют о существовании в атмосфере Земли нового эффекта анизотропии молекулярных процессов атмосферы, связанного с горизонтальным ветром: хаотическая скорость молекул, летящих по ветру всегда меньше хаотической скорости молекул, летящих против ветра и в направлении, перпендикулярном направлению ветра.

**Список литературы:** 1. 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 // Радиотехника: Всеукр. науч.-техн. сб. 2006. Вып. № 125. С. 107–113. 2. Делов И.А., Слипченко М.И., Леонидов О.В. Спосіб вимірювання анізотропії хаотичної швидкості молекул повітря. Заявка на Патент України. №200803845 от 27.03.2008. 3. Делов И.А., Слипченко Н.И., Леонидов А.В. К вопросу об одном свойстве газовой среды // Радиотехника: Всеукр. науч.-техн. сб. 2007. Вып.150.С. 22-27. 4. Большая советская энциклопедия. Т. 6. С. 82.

*Харьковский национальный  
университет радиоэлектроники*

*Поступила в редакцию 11.12.2007*