

О ХАРАКТЕРЕ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ ОПТИЧЕСКОЙ РЕФРАКЦИИ

М. Б. Зиничева, Ш. Д. Кугай, А. П. Наумов

В последние годы повысился интерес к оперативному определению и прогнозам астрономической рефракции в радио- и оптическом диапазонах длин волн [1]. Определение рефракции осуществляется модельными методами и с помощью дополнительных измерений приземных метеозаписей и некоторых радиационных характеристик атмосферы. Для нахождения оптической рефракции используются Пулковские таблицы [2]. При развитии модельных методов прогноза рефракции обычно стоит вопрос об оптимальной структуре исходных данных. В цикле работ [3-5], посвященных влиянию солнечной активности на тропосферу Земли, установлен эффект повышения неустойчивости атмосферы в умеренных широтах после сильных геомагнитных возмущений. В связи с этим представляется целесообразным провести исследование влияния солнечной активности на изменчивость атмосферной рефракции.

В данной работе выполнен анализ изменений приземных среднемесячных и среднегодовых значений приведенного показателя преломления N_0 атмосферы в оптическом диапазоне волн в центральной части ЕТ СССР за период с 1923 по 1984 гг.*; скользящих десятилетних средних значений \bar{N}_0 (1923—1932 гг., 1924—1933 гг., ..., 1975—1984 гг.) для каждого месяца в отдельности и за год в целом; корреляционных связей между усредненными за месяц каждого года значениями N_0 и числами Вольфа, характеризующими солнечную активность в течение того же временного интервала.

Среднемесячные и среднегодовые изменения N_0 и \bar{N}_0 представлены на рисунке. Анализ скользящих десятилетних средних \bar{N}_0 проведен по аналогии с анализом изменений климатических элементов, и полученные результаты дают представление об изменениях элементов рефракционного климата. Среднеквадратичные отклонения σ_{N_0} для характерных месяцев года (июнь, декабрь) составляют соответственно 1,9 и 4,9 ед. N , а для года в целом $\sigma_{N_0} = 1,2$ ед. N . Соответствующие значения для скользящих десятилетних средних равняются $\sigma_{N_0}^- = 0,7; 1,5, 0,3$ ед. N .

Из анализа скользящих десятилетних средних значений \bar{N}_0 и астрономической рефракции \bar{R}^{**} следует, что циклический ход изменений указанных величин выражен достаточно отчетливо. Однако от месяца к месяцу синхронности в многолетнем ходе величин \bar{N}_0 и R не наблюдается, а в некоторых случаях имеют место даже противоположные соотношения, например, между январем и февралем, ноябрем и декабрем. В периоды 1924—1933 гг., 1926—1935 гг., 1939—1948 гг. и 1963—1972 гг. превышение усредненного за десятилетия значения N_0 над общим средним по ансамблю (\bar{N}_0) составило $1,7 \sigma_{N_0}$. Пониженные уровни атмосферной рефракции наблюдались в десятилетия с 1930 по 1939 гг., с 1954—1957 гг. по 1963—1966 гг., а также с 1974 по 1983 гг.

При вычислении коэффициентов корреляции $r_{N_0, W}$ между среднемесячными значениями N_0 и соответствующими числами Вольфа (W) последние брались из [6, 7]. Оказалось, что значения $r_{N_0, W}$ изменяются в широких пределах $\sim 0,01-0,80$, при этом устойчивая связь между значениями N_0 и циклами солнечной активности не прослеживается. В табл. 1 приведены коэффициенты корреляции $r_{N_0, W}$ для ряда лет. Максимальные величины $|r_{N_0, W}| \geq 0,75$ имели место в 1924, 1947, 1964, 1974 гг. Минимальные значения $|r_{N_0, W}| < 0,1$ реализовывались 10 раз на протяжении рассматриваемого периода (в 1935, 1946, 1950 гг. и т. д.). Последнее десятилетие характеризуется значением \bar{N}_0 , которое близко к величине $\bar{N}_0 - \sigma_{N_0}$.

Таблица 1

Год	1924	1929	1934	1939	1944	1949	
$r_{N_0, W}$	-0,76	0,28	-0,13	-0,47	0,31	0,48	
Год	1954	1959	1964	1969	1974	1979	1984
$r_{N_0, W}$	0,02	-0,28	0,80	0,35	-0,76	0,11	0,14

* Ограничение статистического материала периодом ~ 60 лет связано с достаточно однородным характером (по качеству наблюдений и привязке к конкретному месту) метеорологических измерений в этом интервале времени.

** Напомним, что при зенитном угле θ в рамках теоремы Лапласа $R = 10^{-6} N_0 \operatorname{tg} \theta$.

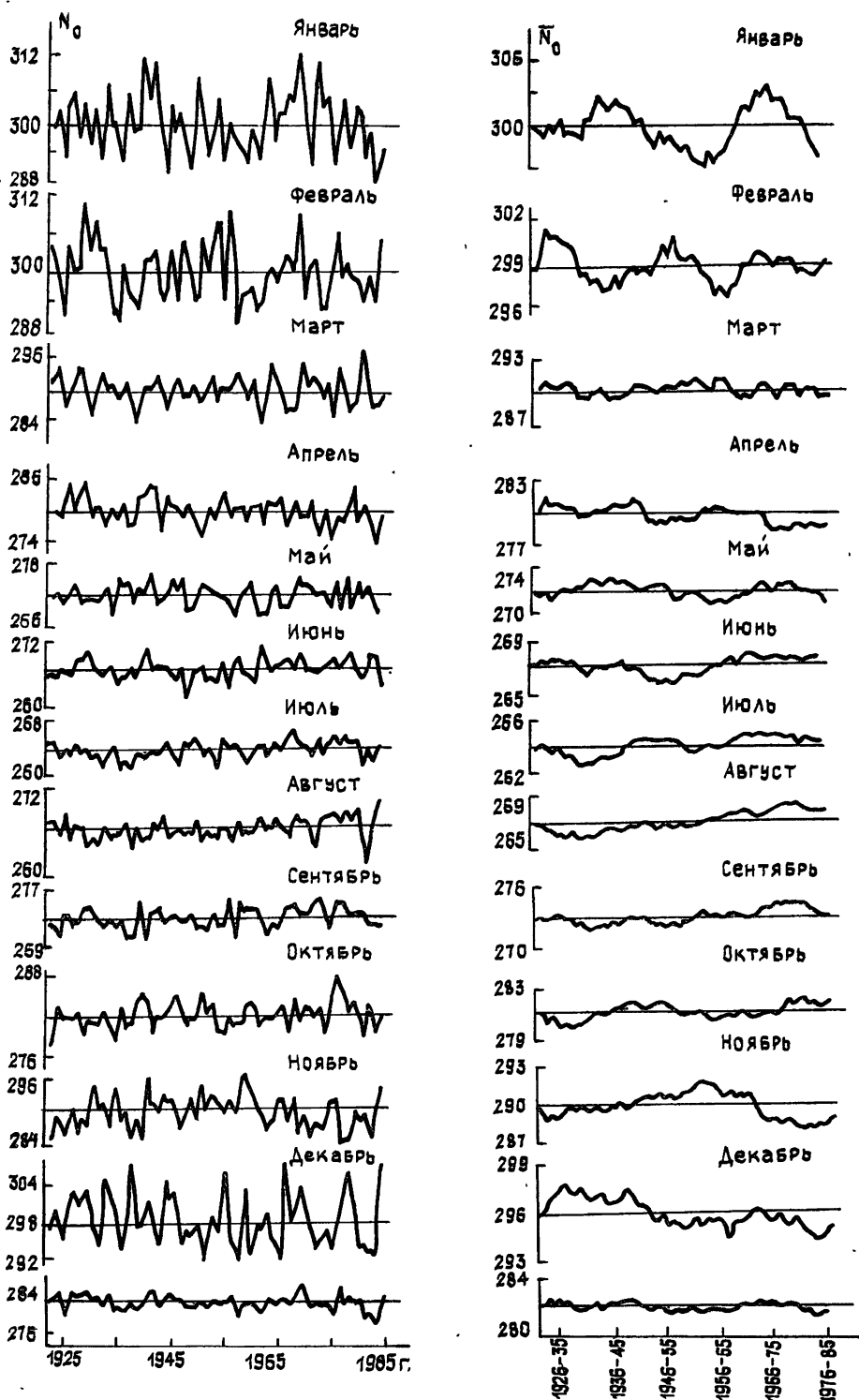


Рис. 1. Многолетние изменения приземных среднемесячных и среднегодовых значений приведенного показателя преломления атмосферы N_0 и скользящих десятилетних средних значений \bar{N}_0 в центральной части Европейской территории СССР в оптическом диапазоне волн.

На основании проведенных исследований можно заключить, что, хотя рядом авторов установлены статистические связи солнечной активности со средней дисперсией суточных разностей метеоэлементов вблизи поверхности (в частности давления), прогноз рефракции продолжает оставаться проблемой динамики атмосферных процессов,

Как следствие, структура рефракционных моделей может быть ограничена доступно измеряемыми метеозементами и некоторыми радиохарактеристиками атмосферы (см. [8]).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тезисы докл. Всесоюзного совещания по рефракции электромагнитных волн в атмосфере. — Томск: ТФ СО АН СССР, 1983. — 294 с.
2. Таблицы рефракции Пулковской обсерватории. Изд. 5-е. — Л.: Наука, 1985. — 48 с.
3. Мустель Э. Р., Хведелиани В. А., Чертопруд В. Е. // Астрон. журн. 1976. Т. 53. № 5. С. 1060.
4. Чертопруд В. Е., Мустель Э. Р., Мулюкова Н. Б. // Астрон. журн. 1980. Т. 57. № 1. С. 138.
5. Чертопруд В. Е., Мулюкова Н. Б., Мустель Э. Р. // Астрон. журн. 1981. Т. 58. № 5. С. 1063.
6. Astronomical Tables of the Sun, Moon and Planets. USA: Willmann-Bell, 1971.
7. Solar-Geophys. Date. USA: Nat. Geoph. Date Center, 1985.
8. Кита й Ш. Д. II Всесоюзная школа-симпозиум по распространению миллиметровых и субмиллиметровых волн в атмосфере. — Фрунзе: Илим, 1986. С. 131.

Научно-исследовательский
радиофизический институт

Поступила в редакцию
26 июня 1987 г.

УДК 539.194.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУБМИЛЛИМЕТРОВОГО СПЕКТРА HF-ДИМЕРА

Н. Ф. Зобов, Е. Н. Карякин

Исследование водородной связи представляет большой интерес для многих областей физики и химии. С начала 70-х годов большой вклад в изучение структуры комплексов с водородной связью стала вносить ИК и МВ спектроскопия высокого разрешения. До недавнего времени большинство исследований спектров высокого разрешения слабосвязанных комплексов проводилось с помощью неравновесных молекулярных пучков. Изэнтропическое расширение газовых смесей позволяет получать низкую (1—50 К) поступательно-вращательную температуру и, как следствие, большое относительное содержание комплексов в пучке. Ширины линий при таких условиях получаются малыми (1—10 кГц), поскольку молекулы в пучке движутся практически без столкновений. Из-за сильного охлаждения газа в пучке исследование спектров комплексов ограничено только низшими энергетическими состояниями.

Другой метод — это исследование спектров высокого разрешения слабосвязанных комплексов в равновесной газовой фазе. Такие исследования проводятся при более высокой температуре (150—300 К), поэтому заселены более высокоэнергетические вращательные и колебательные состояния. Наибольшая концентрация комплексов в равновесной газовой фазе получается вблизи точки фазового перехода газ — жидкость. При рабочих давлениях МВ спектрометров 10—100 мТор для увеличения концентрации комплексов приходится охлаждать ячейку до температур порядка 150—200 К. Концентрация комплексов квадратично зависит от давления, и, следовательно, при исследовании комплексов в равновесной газовой фазе желательно применять спектрометры с более высокими рабочими давлениями. С другой стороны, при повышении давления увеличивается столкновительная ширина линии и падает разрешение спектрометра. В зависимости от расстояния между линиями комплексов при исследовании спектров в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах длин волн оптимальным давлением будет давление от нескольких десятых до нескольких единиц мм. рт. столба. Именно этот диапазон давлений является оптимальным при исследовании спектров молекул на спектрометре РАД [1]. Таким образом, на спектрометре с радиоакустическим детектором можно получать концентрации комплексов на 2—3 порядка больше, чем в других МВ спектрометрах, исследующих комплексы в равновесной газовой фазе.

В данной работе сообщается о результатах исследования миллиметровых и субмиллиметровых спектров слабосвязанных комплексов на спектрометре РАД. Для этой цели была изготовлена охлаждаемая ячейка с возможностью непрерывной прокачки газа. Давление измерялось с помощью датчика деформационного газоразрядного вакуумметра, присоединенного к ячейке. Поглощающая часть ячейки охлаждалась пропанолом, имеющим низкую температуру плавления. Пропанол охлаждался до необходимой температуры жидким азотом. Температура в поглощающей части ячейки измерялась с помощью платинового термосопротивления, прикрепленного к внешней поверхности поглощающей ячейки.

Одним из интереснейших объектов исследования прецизионной молекулярной спектроскопии среди комплексов с водородной связью является HF-димер. Это связано, во-первых, с нетривиальными свойствами симметрии [2, 3], приводящими к инверсионному расщеплению колебательно-вращательных уровней, и, во-вторых, с уникаль-