

П.Г. Ковadlo

ОЦЕНКА ОПТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ АТМОСФЕРЫ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ СНГ ПО АЭРОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

По 10-летним сетевым аэрологическим измерениям температуры, давления воздуха и расчетным среднеквадратическим значениям межсуточных разностей температуры на 15 стандартных барических уровнях (до высоты 10 гПа) определены среднеквадратические значения неоднородностей показателя преломления для 50 аэрологических станций, расположенных на территории СНГ. Определен средний вертикальный профиль неоднородностей показателя преломления для этой территории. Относительно этого параметра выполнено районирование территории СНГ по среднеквадратическим значениям неоднородностей показателя преломления, которые характеризуют оптическую нестабильность атмосферы.

Качественное сравнение полученных характеристик оптической нестабильности атмосферы с наблюдательными данными качества изображения звезд на трех пунктах: г. Новосибирск, гора Санглок (около г. Душанбе) и пункт Пиркули (около г. Баку), дало положительный результат.

При астроклиматических исследованиях мест для установки крупных оптических, а в последнее время и радиотелескопов высокого разрешения, строительства обсерваторий и т.д., основной задачей является оценка оптической нестабильности земной атмосферы (ОНЗА). Под этим обычно понимается состояние развитости неоднородностей показателя преломления по лучу зрения.

Чтобы поиск перспективных для исследования пунктов осуществлять целенаправленно, предлагается предварительно для заданных заранее территорий (в том числе и в масштабе всей планеты) косвенно оценить ОНЗА по накопленным многолетним аэрологическим данным. Для определения ОНЗА на территории нашей страны нами использованы данные 50 аэрологических станций [1] о среднеквадратических значениях межсуточных разностей температуры $\sigma_{\Delta T}$ за 12 средних многолетних месяцев, средней температуры воздуха и атмосферного давления на 15 стандартных барических уровнях (1000÷10 гПа). Частотный диапазон исходных данных для $\sigma_{\Delta T}$ ограничен 0,03÷1,2·10⁻⁵ Гц [2].

Расчитаны для каждого уровня безразмерные значения среднеквадратических отклонений показателя преломления σ_N и определен процентный вклад σ_N каждого уровня относительно средней суммы σ_N для всех 15 уровней. Таким образом, профиль σ_N по 15 уровням для 50 станций характеризует ОНЗА для всей территории СНГ, т.е. является своего рода характерным масштабом. Относительно этого масштаба выполнено районирование территории СНГ по ОНЗА в слое 1000÷10 гПа (0–30,5 км) для каждого среднегодового месяца.

Анализ ОНЗА над территорией СНГ

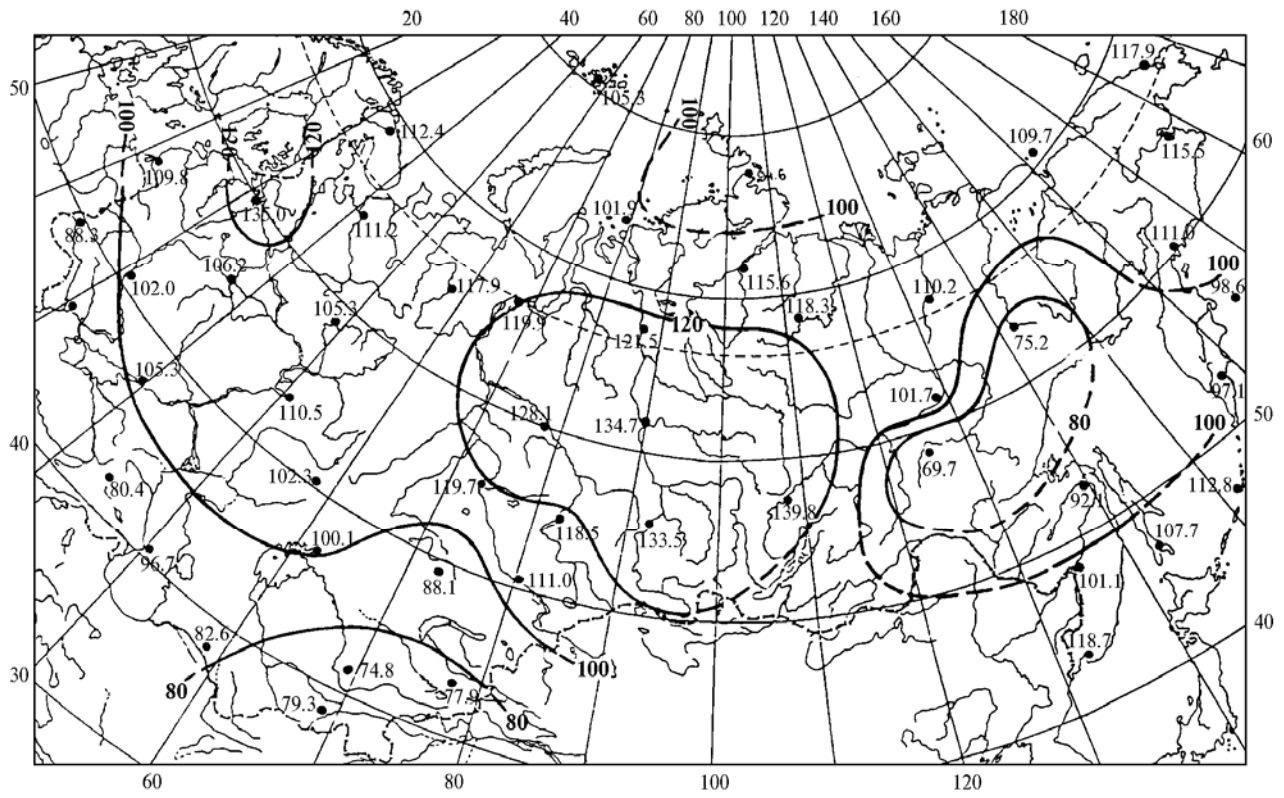
Распределение относительных значений ОНЗА по сезонам года над территорией СНГ в слое 0–30,5 км

представлено на рис. 1 и 2. Черными кружками обозначено местоположение аэрологических станций, список которых приведен в [3]. Цифрами обозначены значения ОНЗА в процентах. Изолинии проведены с интервалом 20%. Штрихами показаны участки, на которых изолинии проведены условно, на основании качественного интерполирования. При проведении изолиний рельеф местности не принимался во внимание. Районирование в горных районах носит более локальный характер, поэтому ОНЗА даже для близлежащих станций может существенно отличаться.

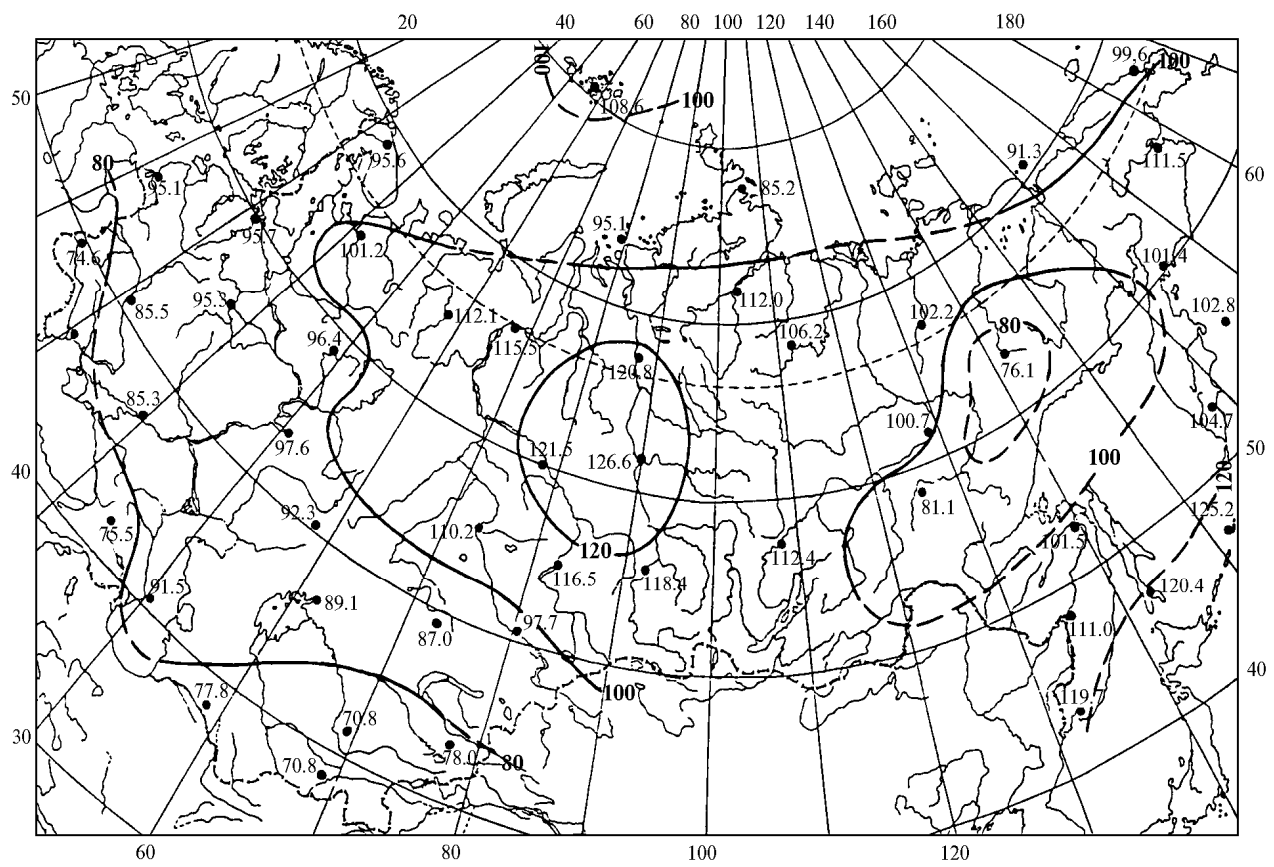
Из рис. 1, 2 видно, что распределение ОНЗА носит явно сезонный характер. Наименьшие значения ОНЗА преимущественно наблюдаются на всех станциях в летний сезон, т.е. в это время атмосфера наиболее спокойна. Исключения составляют станции «Алдан», где минимальные значения наблюдаются зимой, «Мурманск» – весной, «Архангельск» и о. Четырехстолбовый – осенью, «Ростов-на-Дону» – весной и летом.

Зимой (рис. 1, а) самые большие величины нестабильности отмечают почти над всей территорией Западно-Сибирской равнины и Средне-Сибирского плоскогорья, с максимумом 135% на ст. «Подкаменная Тунгуска». К наиболее интересным для отбора перспективных районов в зимнее время относятся южная часть Казахстана и Средняя Азия, с минимумом 74% на ст. «Ташкент», и юго-восточная территория Якутии, с минимумом 70% на ст. «Алдан».

Весной (рис. 1, б) значения ОНЗА уменьшаются в среднем на 5–8% над всей территорией, за исключением восточных районов. Здесь ОНЗА существенно возрастает на островных станциях: «Южно-Сахалинск» и «Симушир» на 12%; чуть меньше на континентальных: «Хабаровск» и «Николаевск-на-Амуре» – 10%. Лучшими по ОНЗА (~71%) являются ст. «Ташкент» и «Душанбе», 75–76% – на ст. «Львов», «Тбилиси» и «Оймякон».

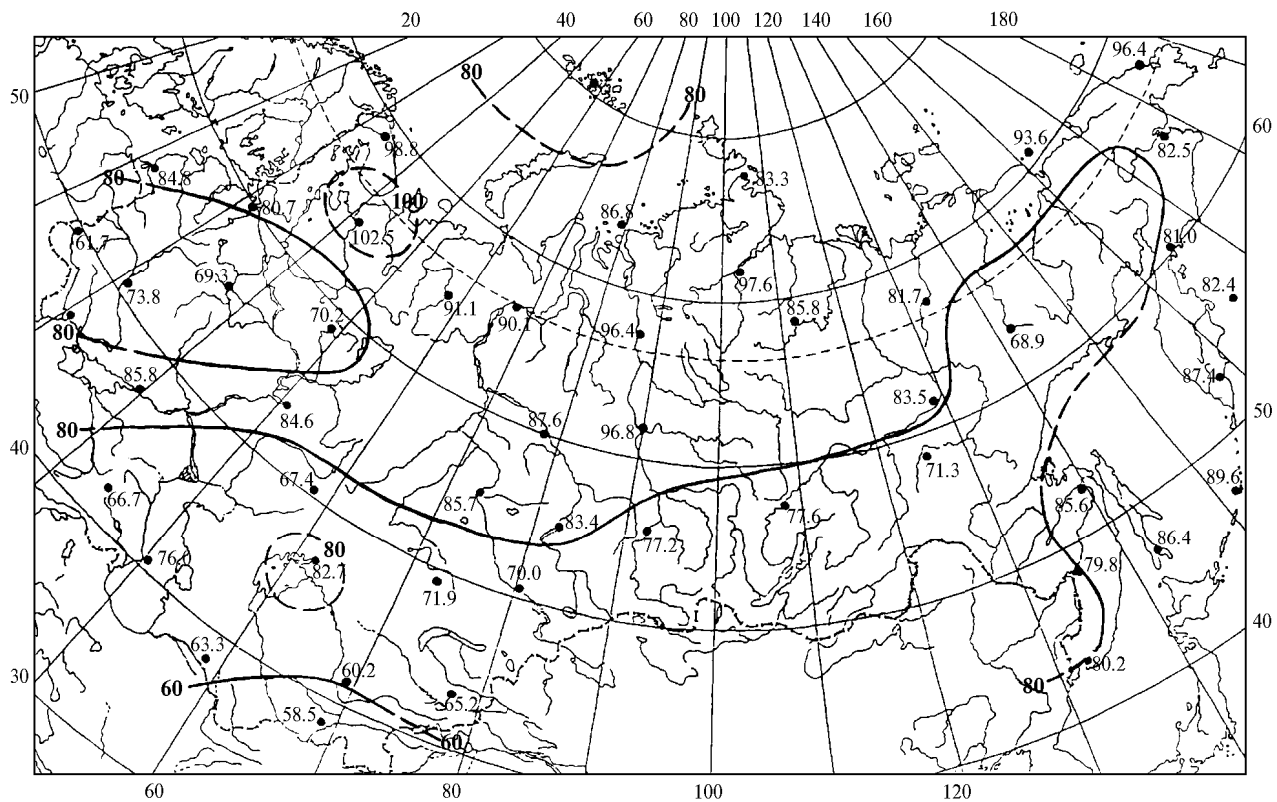


а

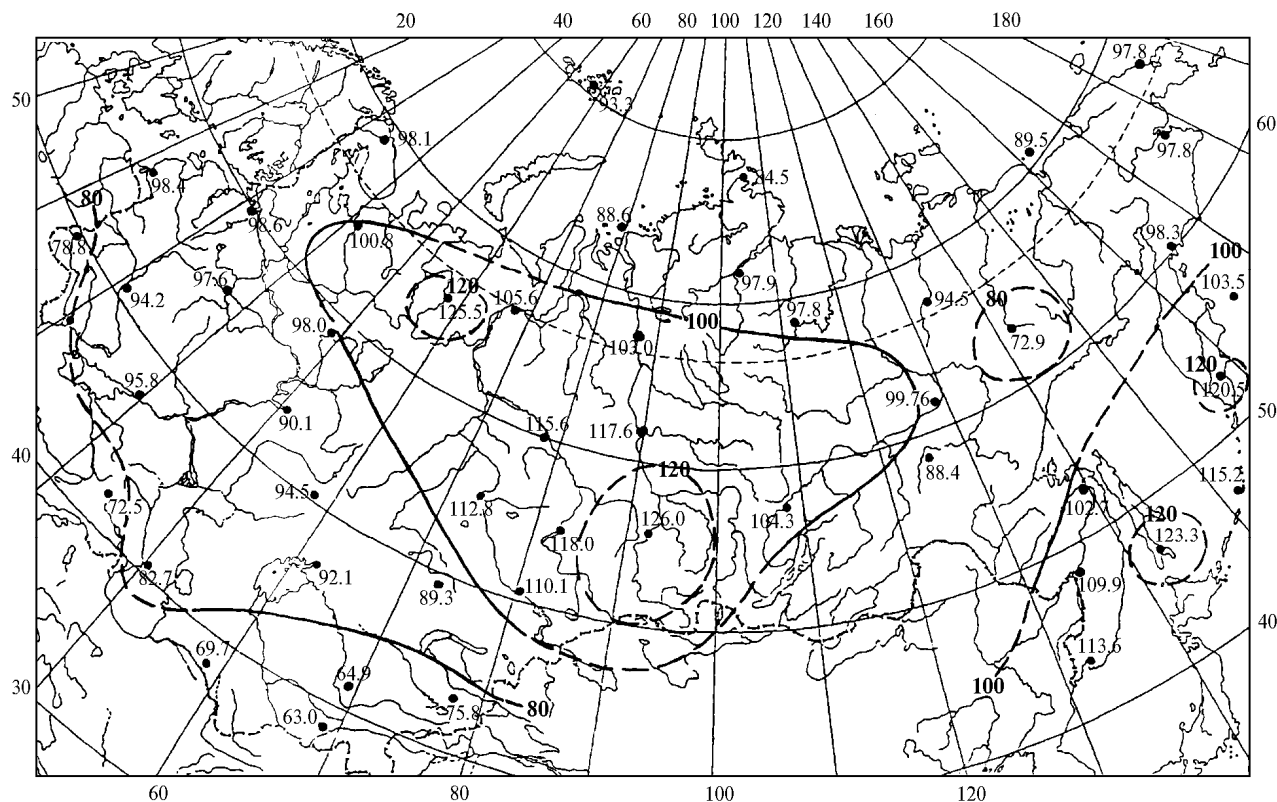


б

Рис. 1. Распределение относительных значений ОНЗА в зимний и весенний сезоны года



a



б

Рис. 2. Распределение относительных значений ОНЗА в летний и осенний сезоны года

Летом (рис. 2, *a*) обстановка над большей частью территории СНГ наиболее стабильна. Только

на ст. «Архангельск» ОНЗА больше 100%. На 30% значения ОНЗА становятся меньше весенних на

станциях: «Красноярск», «Киренск», «Подкаменная Тунгуска». Между отдельными станциями разности снижаются с 40 до 20%. Лучшие станции по ОНЗА: «Душанбе» (58,5%), «Ташкент» (60,2%), «Львов» (61,7%), «Ашхабад» (63,3%) и др.

Осенью ОНЗА возрастает, и конфигурация изолиний (рис. 2, б) начинает приобретать зимние очертания. Мало изменяется в этот период ОНЗА на станциях Южного Казахстана и Средней Азии.

Подводя итоги описания результатов районирования, укажем наиболее перспективные районы и станции. В течение среднего многолетнего года самые низкие значения ОНЗА наблюдаются в южных районах Казахстана и Средней Азии (ст. «Душанбе», «Ташкент», «Алма-Ата», несколько хуже – «Ашхабад»). Чуть выше значения ОНЗА на юго-востоке Якутии (ст. «Алдан», «Оймякон») и Кавказе (ст. «Тбилиси»).

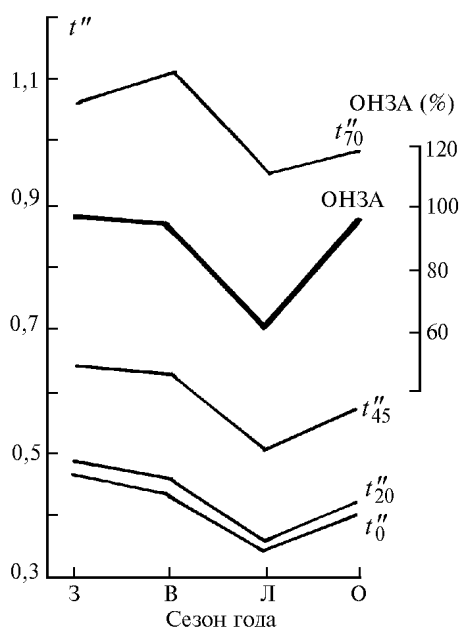


Рис. 3. Изменение угла турбулентности на разных зенитных расстояниях и ОНЗА по сезонам года в г. Новосибирске

Чтобы непосредственно оценить пригодность полученных результатов для оценки астроклимата пунктов, на рис. 3 приведены сравнительные данные средних значений ОНЗА за многолетний сезон и оценки угла турбулентности t'' также за средний многолетний сезон на ст. «Новосибирск». Надо отметить, что ОНЗА рассчитана по аэрологическим данным за 10 лет (1960–1970 гг.), а t'' – за 1961–1963 гг. [4]. Наблюдения t'' выполнялись на телескопе АЗТ-7 (диаметром 200 мм) в темное время суток и отличаются хорошей однородностью ряда. На рисунке по оси абсцисс обозначены начальными буквами сезоны года, по оси ординат слева t'' в угловых секундах дуги. t''_0 , t''_{20} и t''_{70} означают оценки t'' на зенитных расстояниях соответственно: в зените 0, 20, 45 и 70°. Определены

коэффициенты корреляции t'' и ОНЗА: для 0° – коэффициент корреляции 0,91, для 20° – 0,88, 45° – 0,86 и 70° – 0,70. Отсюда можно заключить, что на ст. «Новосибирск» качество изображений звезд по оценке t'' носит, как и ОНЗА, сезонный характер и эти величины изменяются синхронно.

На рис. 4 и 5 показаны годовые изменения ОНЗА и t'' , рассчитанные за средний многолетний месяц соответственно: ОНЗА на ст. «Душанбе» – t'' на горе Санглок (расстояние около 80 км) и ОНЗА на ст. «Баку» – t'' в пункте Пиркули (расстояние 100 км). По оси абсцисс отмечены месяцы года, по оси ординат слева t'' в угловых секундах дуги. Продолжительность наблюдений t'' на г. Санглок (1961–1963 гг.) и в пункте Пиркули (1958–1961 гг.) представлена в [5].

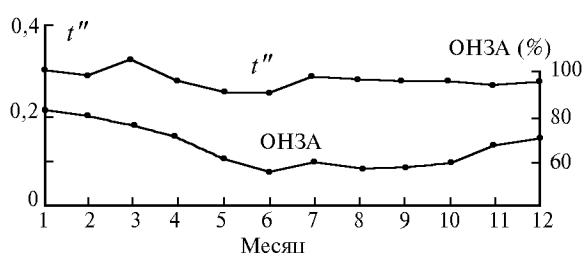


Рис. 4. Изменение угла турбулентности и ОНЗА по средним многолетним месяцам года (Санглок–Душанбе)

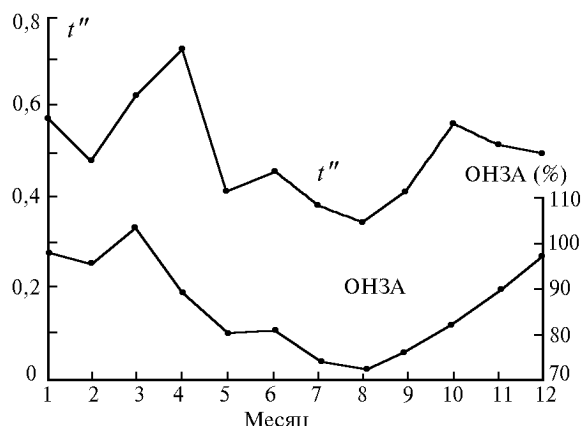


Рис. 5. Изменение угла турбулентности и ОНЗА по средним многолетним месяцам года (Пиркули–Баку)

Наблюдения выполнялись в темное время суток телескопами: на г. Санглок – АЗТ-7, Пиркули – рефрактором диаметром 108 мм. Величины ОНЗА рассчитаны за тот же период, что и для Новосибирска, t'' приведены к зениту. Коэффициенты корреляции соответственно равны: для ст. «Душанбе» – 0,49, для ст. «Баку» – 0,68. Судя по коэффициентам корреляции, зависимость t'' от ОНЗА значимая. В пользу этого говорят также результаты многолетних оценок дрожания изображения Солнца, выполненных на Саянской горной Солнечной обсерватории в 1962–1968 гг., которые имеют четко выраженный сезонный ход с максимумом дрожания зимой и минимумом летом.

1. *Новый* аэрологический справочник свободной атмосферы над СССР. Т. 1;11. М.: Гидрометеоздат, 1980. 200 с.
2. *Наставление* гидрометеорологическим станциям и постам. Аэрологические наблюдения на станциях. Температурно-ветровое зондирование атмосферы системой «Метеорит»-РКЗ. Л.: Гидрометеоздат, 1973. Вып. 4. Ч. IIIа. 257 с.
3. *Новый* аэроклиматический справочник свободной атмосферы над СССР / Под ред. И.Г. Гутермана. Пояснительный текст. М.: Гидрометеоздат, 1979. 27 с.
4. *Афанасьева Е.М.* О качестве изображения звезд в Новосибирске по наблюдениям 1961–1963 гг. // Об астроклимате Сибири. Новосибирск: Наука, 1967. С. 98–111.
5. *Дарчия Ш.П., Есиков Н.П., Михайлова Е.С.* и др. Каталог астроклиматических характеристик. Иркутск, 1975. Вып. 3. Ч. IV. 742 с.

Институт солнечно-земной физики СО РАН,
Иркутск

Поступила в редакцию
26 января 1998 г.

P.G. Kovadlo. The Estimation of Atmospheric Optical Instability over the NIS Territory from Aerology Data.

Ten-year network aerology temperature and air pressure measurements and calculated root-mean-square values of interdiurnal temperature differences at 15 standard baric levels (up to 10 gPa altitude) were used to infer root-mean-square values of refractive index inhomogeneities for 50 aerological stations located on the NIS territory. The mean vertical profile of refractive index inhomogeneities was determined for this territory. With reference to this parameter, a regionalization of the NIS territory was carried out using root-mean-square values of the refractive index inhomogeneities which characterize the atmospheric optical instability.

A qualitative comparison of the resulting characteristics of atmospheric optical instability with observation data on stellar image quality at three sites: Novosibirsk, Sanglok Mountain (near Dyushanber) and station Pirkuli (near Baku) gave a favourable result.