

## ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АТМОСФЕРЫ И ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

УДК 551.510.534

**В.М. Дорохов, С.В. Долгий, Ю.С. Иванов, В.И. Ситникова**

### **НАБЛЮДЕНИЯ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА В АРКТИКЕ В ПЕРИОД ПОЛЯРНОЙ НОЧИ 1991 ГОДА**

Приводятся данные наблюдений общего содержания атмосферного озона в Арктике на о. Хейса (81° с.ш., 58° в.д.) зимой 1991 г. В январе 1991 г. было отмечено увеличение на 14% ОСО по сравнению с результатами озонных наблюдений в январе 1989 г.

#### **Введение**

В последнее время в средних и высоких широтах северного полушария отмечено статистически значимое уменьшение общего содержания озона (ОСО) в атмосфере. Анализ данных ОСО за 1969–1986 гг. показал [1], что среднегодовое значение общего содержания озона в широтном поясе 30°–64° с.ш. уменьшилось в пределах от 1,7 до 3,0%, при этом уменьшение ОСО в зимний период достигает 2,3–6,2% с тенденцией усиления в высоких северных широтах. Снижение ОСО связывается, в частности, с возрастающим влиянием выбросов в атмосферу хлор- и бромсодержащих химических веществ, нарушающих стабильные условия существования озона в атмосфере.

Начатые в зимний период 1988–1989 гг. экспедиционные наблюдения ОСО на о. Хейса (81° с.ш., 58° в.д.) были продолжены зимой 1990–1991 г. Для высокоточных измерений ОСО в 1990 г. на о. Хейса нами совместно со специалистами Агентства охраны окружающей среды Канады (AES, Canada) установлен спектрофотометр Брюера № 049 новой модификации МК-IV. Данные наблюдений ОСО систематически поступают в советский озонометрический банк в ЦАО и Мировой центр озонометрических данных в Канаде.

#### **Методика измерений ОСО**

Спектрофотометр Брюера модели МК-IV производства компании SCI–TEC (Канада) представляет собой модификацию прибора Брюера МК-II. Прибор позволяет поочередно проводить наблюдения ОСО, SO<sub>2</sub> или NO<sub>2</sub> по заданной программе. Значения ОСО получены по данным спектрофотометрических измерений излучения от Луны в диапазоне длин волн 310–320 нм [2].

Спектрофотометр Брюера № 049 прошел предварительную калибровку и привязку к эталонной триаде приборов Брюера в Торонто (Канада) в 1990 году. Контроль качества работы спектрофотометра в настоящее время осуществляется нами по регулярным отсчетам показаний встроенной галогенной лампы, стабильность которых характеризует постоянство рабочих параметров спектрофотометра. Анализ 8-месячного массива отсчетов стандартной галогенной лампы прибора № 049 показал соответствие их значений первоначально установленным в пределах 0,4%, что свидетельствует о нормальной работе прибора и хорошем качестве данных озонометрических измерений на о. Хейса в 1991 г.

#### **Результаты наблюдений общего содержания озона**

Измерения общего содержания озона на о. Хейса в период полярной ночи 1990–1991 г. были начаты при появлении Луны 27 декабря 1990 г. В этот день отмечено самое низкое значение ОСО в 232 единицы Добсона (Д. е.), наблюдавшееся в декабре в этом высокоширотном районе. В течение последующей недели произошло быстрое увеличение содержания озона до 440 Д. е. Рост ОСО (рис. 1) хорошо коррелирует с резким повышением температуры атмосферы, отчетливо прослеживаемым на уровнях 30, 50 и 100 мбар. Среднее значение ОСО по декабрьской серии наблюдений составило 311 Д. е.

Наблюдения общего содержания озона в январе 1991 г. дали среднемесячную величину ОСО в 386 Д. е. Температуры в стратосфере во второй половине января 1991 г. на уровнях 30 и 50 мбар были достаточно стабильны и не опускались ниже – 80°С. В то время не отмечено каких-либо существенных изменений ОСО. Величина ОСО незначительно изменилась с 348 Д. е. 24 января до

369 Д. е. 28 января 1991 г. Для сравнения приведем результаты январских измерений озона на о. Хейса в 1989 г. [3]. В этой серии наблюдений температура стратосферы часто достигала  $-85^{\circ}\text{C}$ , при этом значения ОСО были ниже и находились в диапазоне от 314 Д. е. до 345 Д. е. Это указывает на то, что наблюдаемые изменения общего содержания озона над о. Хейса в значительной мере связаны с изменениями температуры в стратосфере и при ее понижении, как правило, отмечается снижение регистрируемых спектрофотометром величин общего содержания озона.

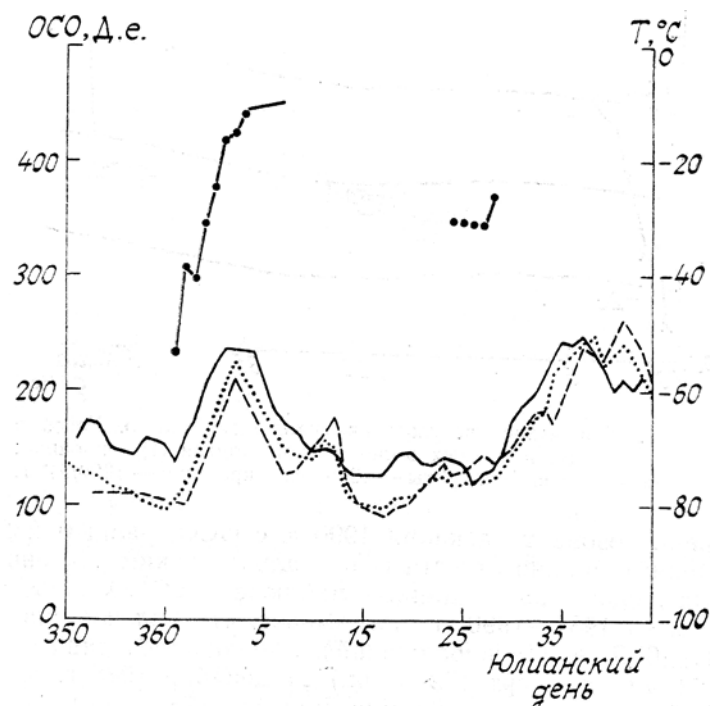


Рис. 1. Изменение ОСО и ход температуры на о. Хейса зимой 1990/1991 г.: кривая с точками — ОСО; сплошная кривая — 100 мбар, точки — 50 мбар, штриховая — 30 мбар

На рис. 2 приведены данные измерений ОСО на о. Хейса в зимней серии наблюдений 1989 и 1991 гг. и нанесена кривая изменения ОСО согласно эмпирической модели В. Фиолетова [4] для данной широты. В целом можно отметить хорошее согласие экспериментальных данных наблюдений и модели. Значения ОСО в январе 1991 г. были в среднем на 14% выше январского содержания озона в 1989 г., при этом они больше среднего значения ОСО второй половины января 1989 года на 5%.

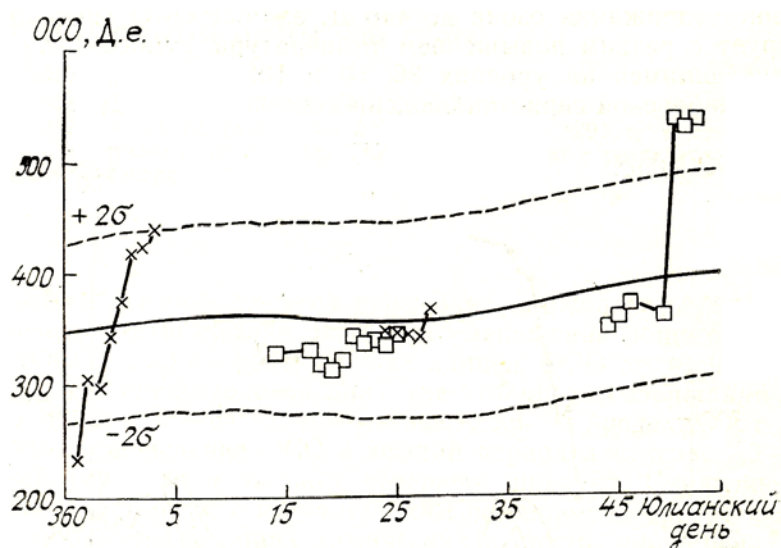


Рис. 2. Сравнение результатов наблюдений на о. Хейса в 1989, 1991 гг. и данных эмпирической модели [4] сплошная линия — модель, квадраты — 1989 г.; крестики — 1990/91 г.

Измерения озона 27 декабря 1990 г. с ОСО, равным  $232 \pm 4$  Д. е. (7 наблюдений), можно отнести к аномально низким значениям общего содержания озона. Анализ данных наблюдений ОСО в высоких широтах Арктики за 1987–1990 гг. показывает, что близкое значение ОСО, равное  $241 \pm 6$  Д. е. (19 наблюдений), наблюдалось лишь однажды на канадской станции Алерт ( $82^\circ \text{с.ш.}$ ) 21 декабря 1988 г. [5]. В соседнем с о. Хейса регионе на станции Лонгйир ( $78^\circ \text{с.ш.}$ ), Шпицберген в декабре 1989 г. озон изменялся от 315 до 345 Д. е. [6]. Низкие значения ОСО, как правило, наблюдаются на северной скандинавской станции Тромсе ( $70^\circ \text{с.ш.}$ ). Так, минимальное значение ОСО в декабре 1989 г. здесь отмечено на уровне 190 Д. е. Сравнение этих данных и показаний спектрофотометра Брюера в обсерватории Соданкюла ( $67^\circ \text{с.ш.}$ ), Финляндия [6], расположенной всего в 500 км от норвежской станции, указывает на то, что, по всей видимости, спектрофотометр Добсона на станции Тромсе систематически занижает значения ОСО (до 20%) при измерениях озона при больших зенитных углах Солнца поздней осенью и зимой. Эта зависимость исчезает в летние месяцы, что подтверждается и результатами последних международных сравнений спектрофотометров Добсона в Аросе (Швейцария 1990 г.), где показания приборов Добсона из Норвегии № 14 и № 65 США совпадали в пределах 1% в наблюдениях ОСО при умеренных зенитных углах Солнца.

Результаты измерений общего содержания озона на о. Хейса в период полярной ночи 1991 г. сведены в таблицу.

Среднесуточные значения ОСО на о. Хейса в декабре 1990 и январе 1991 г.  
Измерения по Луне

Дата	Средне- суточное значение ОСО (Д. е.)	Средне- квадрати- ческое отклонение (Д. е.)	Число наблюдений
27.12	232	4	7
28.12	306	5	5
29.12	298	16	18
30.12	344	19	14
31.12	376	21	12
1.01	419	9	5
2.01	424	1	2
3.01	440	15	8
24.01	348	1	2
25.01	347	9	20
26.01	346	4	17
27.01	344	8	14
28.01	369	6	4

## Выводы

1. Наблюдения ОСО на о. Хейса зимой 1991 г. не показали существенных отклонений в значениях общего содержания озона, появление которых прогнозируется модельными расчетами.

2. Величины ОСО зимой 1991 г. на о. Хейса были выше наблюдаемых значений озона в этом районе в зимний период 1989 г.

1. Report of the International Ozone Trends Panel 1988. Report n18. WMO, 1990.
2. Kerr J.B., Mc Elroy C.T., Wardle D.I., Olauson R.A., Evans W.F.J. // Proc. Quadrenial Ozone Symposium, Halkidiki. Greece, 1984. P. 196–201.
3. Дорохов В.М. // Оптика атмосферы. 1990. Т. 3. № 1. С. 132–136.
4. Кадыгрова Т.В., Фиолетов В.Э. // Атмосферный озон. М.: Гидрометеиздат, 1990. С. 89–96.
5. Kerr J.B., Mc Elroy C.T., Wardle D.I., Dorokhov V.M. // Atmosphere—Ocean. 1990. 28. № 4. P. 383–392.
6. Taalas P. // Meteorological publications. № 6, FMI Helsinki, 1990. 47 p.

V.M. Dorokhov, S.V. Dolgii, Yu.S. Ivanov, V.I. Sitnikova. **Observation of the Total Ozone Content in the Atmosphere above Arctic during the Polar Night of 1991.**

Data of observation of the total ozone content in the atmosphere over Arctic (Heiss Island, 81° N 58° E) during the winter of 1991 are presented. An enhancement of about 14% of the ozone content was recorded in January 1991 compared to January 1989.