

# ОЗОН В АНТАРКТИЧЕСКОЙ АТМОСФЕРЕ

В.Ф.РАДИОНОВ, Е.Е.СИБИР (ААНИИ)

В Программу исследований МПГ 2007/08 включен проект «Исследование влияния озона и ультрафиолетовой радиации на изменение климата в период МПГ» («Ozone layer and UV radiation in a changing climate evaluated during IPY»). В его реализации, включающей наземные, баллонные и спутниковые наблюдения, а также математическое моделирование, принимают участие специалисты из многих стран. Российские участники, в частности, выполняют измерения общего содержания озона (ОСО) на трех антарктических станциях: Мирный, Восток и Новолазаревская. Единая программа международных глобальных наблюдений за озоном была введена в действие в период Международного геофизического года 1957-1958 и продолжается до настоящего времени. Наблюдения общего содержания озона (ОСО) на российских антарктических станциях проводятся уже несколько десятилетий.

Основным источником озона в атмосфере являются фотохимические реакции, т.е. химические реакции, протекающие под действием света. Процессы образования и разрушения озона происходят под воздействием ультрафиолетовой части (УФ) спектра солнечного излучения и при участии различных малых газовых составляющих атмосферы. Соотношение атмосферных составляющих и режима УФ-радиации на разных уровнях в атмосфере приводит к тому, что максимум ОСО наблюдается в стратосфере.

Общей закономерностью изменения общего содержания озона (ОСО) в течение года в Антарктиде является его уменьшение от начала наступления полярного дня до начала/середины октября, последующее возрастание до максимальных значений в декабре-январе и быстрое уменьшение в марте-мае. Эффект существенного уменьшения ОСО над Антарктидой весной (август-октябрь в Антарктиде) в многолетнем ходе, получивший после 1985 года название «озоновой дыры», выражается в значительном падении ОСО в стратосфере, максимально выраженном в слое 16-19 км. Повышенный интерес к этому феномену связан с тем, что от содержания озона прямо зависит уровень приходящей к поверхности УФ-радиации, оказывающей воздействие на биоту и фотохимические процессы в тропосфере и на поверхности. Кроме того, озон интенсивно поглощает ультрафиолетовую часть спектра солнечного излучения и уходящую тепловую радиацию земной поверхности, что влияет на температурный режим как нижних слоев стратосферы, так и тропосферы. Другими словами, озон является климатообразующим фактором.

Многолетние изменения средних месячных значений ОСО в сентябре и октябре на российских антарктических станциях Мирный (66°34' ю.ш., 93°01' в.д.), Новолазаревская (70°46' ю.ш.,

11°50' в.д.), Восток (78°38' ю.ш., 106°52' в.д.) и английских станциях Halley (75°31' ю.ш., 26°42' з.д.) и Faraday (с 1995 г. украинская станция Академик Вернадский) (65°15' ю.ш., 64°15' з.д.) приведены на рис. 1. Различия значений ОСО на станциях связаны с размерами и расположением «озоновой дыры» относительно географического положения той или иной станции. Обсерватория Мирный, как правило, находится на ее периферии. Это приводит к более высоким средним значениям ОСО по сравнению с измеренными на других станциях. Кроме того, такое расположение ведет к значительным вариациям ОСО в весенние месяцы в Мирном.

Степень выраженности весенней отрицательной аномалии ОСО, называемая «озоновой дырой», существенно зависит от динамических характеристик стратосферы, наличия или отсутствия так называемого циркумполярного вихря. Хорошо видно, что в целом за рассматриваемый период значительно уменьшилось ОСО над Антарктидой весной. При этом на всех станциях заметно выделяются 1988 и 2002 гг., когда развитие «озоновой дыры» происходило по не типичным для последних лет сценариям. В 1988 г. циркумполярный вихрь разрушился ранней весной, в результате ОСО над Антарктикой было на уровне значений, отмеченных в 1970-е гг. В сентябре 2002 г. в стратосфере над Антарктикой произошло взрывное повышение температуры, сопровождавшееся резким увеличением содержания озона. «Озоновая дыра» резко уменьшилась в размере и даже разделилась на две

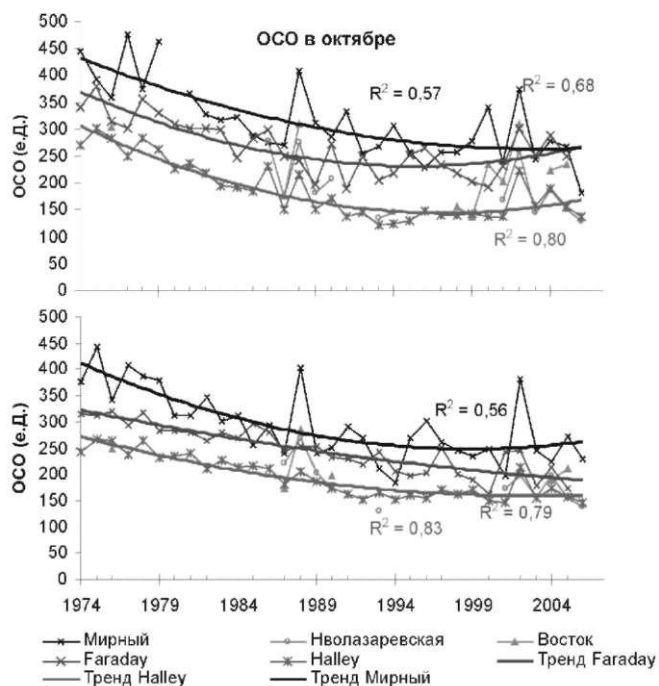


Рис. 1. Многолетняя изменчивость среднего за сентябрь и октябрь ОСО на антарктических станциях

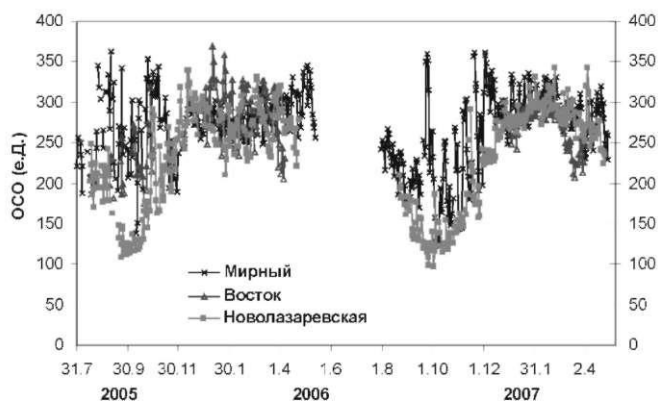


Рис. 2. Средние за сутки значения ОСО на станциях Мирный, Новолазаревская и Восток в наблюдательские сезоны 2005/06 и 2006/07 гг.

отдельные части. Следует также отметить, что начиная с середины 1990-х гг. почти на всех станциях наблюдается тенденция уменьшения скорости развития весенней отрицательной аномалии ОСО.

Надальнейшее, более глубокое, изучение параметров озоносферы ориентирован и нынешний проект МПГ «Исследование влияния озона и ультрафиолетовой радиации на изменение климата в период МПГ». В ходе его реализации российскими специалистами выполнен цикл сезонных наблюдений - с августа 2006 г. по апрель 2007 г. - на станциях Мирный, Восток и Новолазаревская.

На рис. 2 приведены результаты измерений ОСО в весенние сезоны 2005/06 г. и 2006/07 г. По данным NASA весной 2006 г. площадь «озоновой дыры» над Антарктидой быстро увеличивалась с середины августа и к концу сентября была существенно больше, чем в 2005 г. Максимальный размер «озоновой дыры» отмечен 25 сентября. В течение сентября содержание озона над Антарктикой быстро уменьшалось и достигло минимума в начале октября. В течение октября площадь дыры медленно уменьшалась, оставаясь рекордно большой для октября. Даже в начале ноября площадь дыры составляла 15 млн км<sup>2</sup>. В течение многих дней в ноябре площадь «озоновой дыры» была самой большой за всю историю наблюдений для этого периода. С начала декабря площадь «озоновой дыры» стала очень быстро уменьшаться и к середине декабря «озоновая дыра» заполнилась.

На российских станциях самые низкие значения ОСО наблюдалось на станции Новолазаревская 26 сентября - 99 единиц Добсона (е.Д.) и 2 октября - 98 е.Д. При этом наблюдалось заметное уменьшение ОСО на этой станции от середины августа к концу сентября. В октябре ОСО оставалось низким и начало возрастать только к концу месяца. Большую часть ноября ОСО было очень низким для этого времени года, и только в середине месяца наблюдалось его кратковременное резкое увеличение. В октябре-декабре 2006 г. на станции Новолазаревская отмечены самые низкие за историю наблюдений на этой станции среднемесячные значения ОСО.

На станции Мирный в августе и первой половине сентября ОСО было достаточно стабильным. Отмечено некоторое его уменьшение от августа к сентябрю. Значения ОСО на этой станции были существенно выше, чем на станции Новолазаревская. Начиная с последней декады сентября отмечены значительные колебания ОСО ото дня ко дню, продолжавшиеся до середины декабря. Такие резкие изменения ОСО на этой станции связаны со значительными изменениями формы «озоновой дыры». Минимум ОСО на станции Мирный (122 е.Д.) отмечен 5 октября.

В 2007 г. в течение января на всех российских станциях наблюдалась тенденция некоторого увеличения ОСО, а затем последовало его уменьшение. Сравнительно большие колебания ОСО в течение января отмечены на станции Мирный (от 260 е.Д. 10 января до 337 е.Д. 24 января). Существенное уменьшение содержания озона в течение марта наблюдалось на станции Восток (от 292 е.Д. 1 марта до 207 е.Д. 20 марта).

В целом за последние 10 лет темпы уменьшения ОСО весной замедлились более чем в 3 раза по сравнению с 1970-1980 гг., а отрицательного тренда летом и осенью в настоящее время практически нет.

Таковы предварительные результаты анализа инструментальных наблюдений общего содержания озона на российских антарктических станциях, которые будут продолжены в следующий наблюдательский сезон МПГ 2007/08.