

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРАНСЛОЯ В  
ЛЕТНИЙ СЕЗОН 2006 – 2007 ГГ.  
В РАЙОНЕ СТ. БЕЛЛИНСГАУЗЕН  
(АНТАРКТИКА)**

*А.Ю. Артамонов*

Институт физики атмосферы  
им. А.М. Обухова РАН, г. Москва  
*E-mail: arseniy\_ur@mail.ru*

*С декабря 2006 г. по февраль 2007 г. в районе российской антарктической станции Беллинсгаузен проводились экспериментальные наблюдения за характеристиками атмосферы вблизи подстилающей поверхности. В работе анализируются временные реализации скорости и направления ветра, поля атмосферного давления, температуры воздуха, почвы и турбулентного потока тепла; обсуждаются их особенности в периоды антициклонических атмосферных процессов.*

**Введение.** Исследование высокочастотной изменчивости характеристик погранслоя важно для совершенствования моделей взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности. Необходимость учета метеорологических параметров и реальных характеристик энергообмена в этих моделях требует систематического сбора экспериментальных данных, особенно в полярных областях, которые играют ключевую роль в формировании климата на Земле.

В последнее десятилетие Институт физики атмосферы РАН проводит регулярные измерения характеристик приземного погранслоя на антарктической станции Беллинсгаузен [1 – 3]. Эта станция расположена вблизи зоны Антарктической конвергенции. На рисунке 1 представлена синоптическая карта для летнего периода Южного полушария. Из этой карты видно, что район станции находится под влиянием антарктических циклонов, которые обычно проходят несколько севернее Антарктического полуострова [4], и областей высокого давления, связанных с перифериями тихоокеанского и антарктического антициклонов.

Интенсивная атмосферная динамика вызывает усиление процессов энергообмена в районе станции, особенно в летнее время, когда увеличивается приток солнечной энергии [5]. Экспериментальные данные показали, что вихревой обмен здесь настолько интенсивен, что является одним из

решающих факторов в формировании осредненного энергетического режима атмосферы в полярных областях [6].

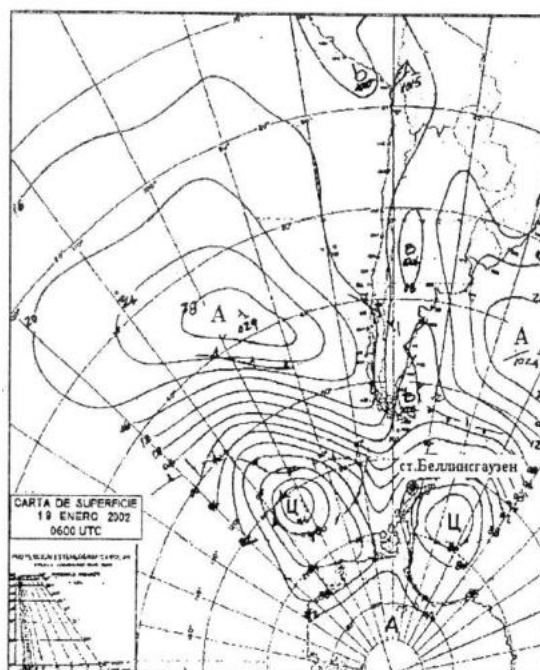


Рисунок 1 – Синоптическая карта на 6 часов 19.01.2002 г. [ARMADA DE CHILE, Servicio Meteorologico Carta de Superficie]

В климатическом плане район станции характеризуется существенным потеплением, которое отмечается во всем регионе Антарктического полуострова. Это потепление обусловлено усилением западного переноса и связанной с ним адвекцией теплого океанического воздуха, а также с разрушением морского льда в омывающих полуостров морях [7]. Весной и летом температурный режим определяется, прежде всего, прогревом подстилающей поверхности. Он также зависит от интенсивности радиационного и турбулентного обмена. Эти процессы сглаживают влияние общеклиматической изменчивости.

В данной работе анализируются временные реализации скорости и направления ветра, поля атмосферного давления, температуры воздуха и почвы, турбулентного потока тепла; обсуждаются особенности распределения этих параметров в периоды повышенного атмосферного давления в летний сезон 2006 – 2007 гг.

**Материалы и методика.** Прямые измерения метеорологических характеристик проводились автором с декабря 2006 по февраль 2007 гг. Они заключались в реги-

страции пульсаций метеопараметров ( $u'$ ,  $w'$ ,  $t'$  – горизонтальной и вертикальной скоростей ветра и температуры). Датчики размещались на мачте, расположенной на некотором удалении от стационарных строений. Для прямых измерений атмосферной турбулентности использовался акустический цифровой анемометр-термометр АЦАТ-3М, позволяющий измерять пульсации горизонтальной и вертикальной компонент скорости ветра, температуры воздуха с частотой 12.5 Гц, а также интегральные температуру, направление и скорость ветра. Высота крепления датчиков над уровнем подстилающей поверхности составляла 3.5 м. Турбулентные потоки тепла рассчитывались по методике, изложенной в работе [8].

**Анализ результатов.** Временной ход давления воздуха показал, что в районе станции происходила постоянная смена циклонической и антициклонической погоды. На рисунке 2, а, отражающем временную реализацию поля атмосферного давления в районе станции, можно выделить не менее семи случаев заметного повышения давления. На каждом графике рисунка 2 они отмечены цифрами в кружках. К наиболее интенсивным повышениям атмосферного давления можно отнести события 1, 5, 7. Другие события 2, 3, 4, 6 выражены слабее и характеризуются меньшими перепадами атмосферного давления. Тем не менее, они нашли отражение в изменении других метеопараметров.

Практически всем периодам повышенного давления соответствует высокий уровень суммарной солнечной радиации (рис. 2, б). Хотя явная связь между полем давления и скоростью ветра не наблюдалась, в большинстве случаев периодам увеличения давления соответствуют направления ветров первой и четвертой четверти (рис. 2, в), т.е. в район станции проникают воздушные массы со стороны океана. В большинстве случаев это сопровождается ослаблением скорости ветра (рис. 2, г). Следовательно, при повышении атмосферного давления наблюдается преобладание ветров северных румбов, уменьшение их скорости, увеличение потока суммарной солнечной радиации. Такая ситуация обычно возникает при образовании гребня тихоокеанского антициклона, который достигает Антарктического полуострова, в том числе и района ст. Беллинсгаузен (см. рис. 1).

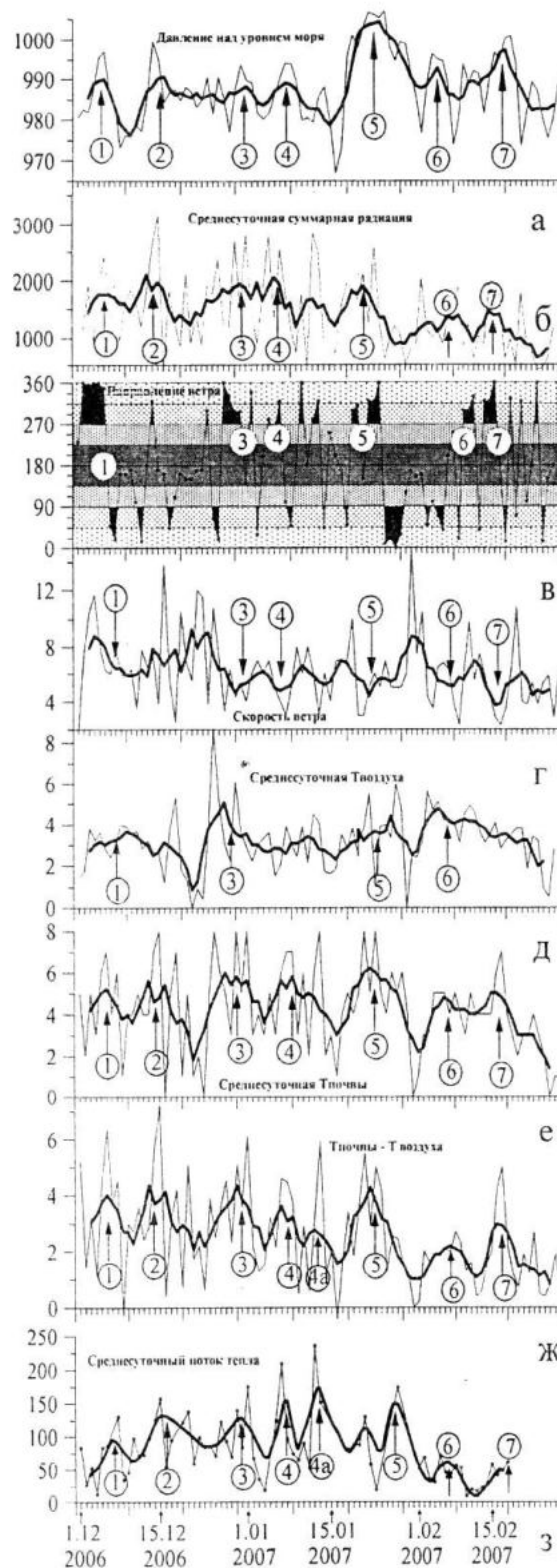


Рисунок 2 – Временные реализации среднесуточных давления воздуха над уровнем моря в гПа (а), суммарной солнечной радиации в (МДж/м<sup>2</sup>)×100 (б), направления ветра в градусах (в), скорости ветра в м/с (г), температуры воздуха (д) и почвы (е), разности между Тпочвы и Твоздуха в С° (ж), турбулентного потока тепла в Вт/м<sup>2</sup> (з). Жирные линии представляют результат скользящего осреднения

В изменениях среднесуточной температуры воздуха влияние тихоокеанского антициклона явно не проявляется (рис. 2, д), в то время как температура почвы изменяется практически в фазе с суммарной солнечной радиацией (рис. 2, е), которая напрямую зависит от ясной антициклонической погоды. В этих случаях разность между температурами почвы и воздуха увеличивается (рис. 2, ж). Временные реализации параметров на рисунке 2 (графики а, б, е, ж) подтверждают, что максимальные значения температуры почвы и разности  $T_{\text{почвы}}$  и  $T_{\text{воздуха}}$  наблюдались, когда в районе станции отмечались наиболее высокие давление и величины суммарной солнечной радиации.

Большая разность между температурой подстилающей поверхности и прилегающего воздуха способствует увеличению турбулентного потока тепла в нижний слой атмосферы. Это четко отражается во временном ходе среднесуточных потоков тепла, которые в течение всего периода наблюдений были положительны. Практически во всех случаях они достигали максимальных величин, когда различие между  $T_{\text{почвы}}$  и  $T_{\text{воздуха}}$  было максимальным. Временами мог наблюдаться фазовый сдвиг, обусловленный, вероятно, локальными особенностями процессов взаимодействия подстилающей поверхности и прилегающей атмосферы при различных диапазонах температуры воздуха и почвы.

**Выводы.** Анализ временных реализаций метеопараметров по данным измерений на антарктической станции Беллинсгаузен в период с декабря 2006 г. по февраль 2007 г. позволил заключить, что за период измерений наблюдалось семь случаев заметного повышения давления, сопровождавшихся ослаблением ветров, имевших преимущественно северное направление, и увеличением потока суммарной солнечной радиации.

Температура почвы изменялась в фазе с изменениями потока суммарной солнечной радиации, что отражалось в соответствующих изменениях разности  $T_{\text{почвы}}$  и  $T_{\text{воздуха}}$ . Турбулентный поток тепла в нижний слой атмосферы в период наблюдений был положительным, а время его максимума преимущественно было приурочено ко времени наступления максимальных значений разности  $T_{\text{почвы}}$  и  $T_{\text{воздуха}}$ .

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №05-05-64235 и гранта Президента России по поддержке ведущих научных школ НШ-1636.2003.5., а также ФЦП "Мировой океан" (программа "Изучение и исследование Антарктики").

## ЛИТЕРАТУРА

1. A.Yu. Artamonov, I.A. Repina. Study of energy exchange between the atmosphere and underlying surface at Bellinshausen station // Second Ukrainian Antarctic meeting, Kiev, June 22 – 24, 2004. – P. 135.
2. И.А. Репина. Изменчивость составляющих энергетического баланса в зависимости от метеоусловий и структурных характеристик подстилающей поверхности по данным измерений в прибрежных районах Антарктиды // "Исследования и охрана окружающей среды Антарктики". – С-Пб., 2000. – С. 93 – 94.
3. И.А. Буничев, И.А. Репина. Исследование энергообмена атмосферы и подстилающей поверхности на станции Беллинсгаузен // "Состояние природной среды Антарктики" под ред. В.В. Лукина. – С-Пб. – Ч. 3. – 2002. – С. 23 – 28.
4. Э.И. Саруханян, Н.П. Смирнов. Водные массы и циркуляция Южного океана. – Л.: Гидрометеоиздат. – 1986. – 288 с.
5. Л.В. Долганов Атмосферные условия Южной полярной области. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 176 с.
6. В.Ф. Романов, Н.В. Арискина, В.Ф. Васильев, В.Е. Лагун. Энергетика атмосферы в полярных областях. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 296 с.
7. Ю.А. Волков, И.А. Репина. Влияние структуры подстилающей поверхности в полярных районах на энергообмен атмосферы и океана // "Поверхностные и внутренние волны в арктических морях" под ред. И.В. Лавренова и Е.Г. Морозова. – С-Пб.: Гидрометеоиздат. – Гл. 11. – 2002. – С. 189 – 206.
8. W.G. Large, S. Pond. Sensible and latent heat flux measurements over the ocean // J. Phys. Oceanography. – V. 12. – 1982. – P. 464 – 482.