

Метеорология на морозе

Памяти Леонида Давидовича Папунашвили

П.И.Константинов,

кандидат географических наук,
старший преподаватель кафедры метеорологии
и климатологии географического факультета МГУ им.М.В.Ломоносова,
руководитель экспедиций на ББС

Вот уже в течение трех лет Северная экспедиция научного студенческого общества (НСО) кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова отправляется в январе на Беломорскую биологическую станцию МГУ (на п-ов Киндо). В ее состав обычно входят двое руководителей (сотрудников факультета), несколько аспирантов и около 10 студентов разных курсов*.

Одной из первых задач, поставленных перед экспедицией, стало изучение теплового обмена полыньи, традиционно возникающей в проливе Великая Салма, с атмосферой. Необходимо было определить, влияет ли полынья на температурный режим прилегающих территорий, и если влияет, то как? В то время как на суше лютуют морозы, температура воды в проливе никогда не опускается ниже точки замерзания морской воды (-1.4°C). Весьма вероятно, что полынья подогревает окрестности, но насколько сильно? Как далеко от нее может распространяться тепловой эффект? Эти вопросы отнюдь не праздные: ведь количество зимних полыней в арктических морях неуклонно растет, и, изучив вклад одной из них, можно сделать выводы о динамике климата всего региона. Таким образом, полынья в Великой



Полынья в проливе Великая Салма.

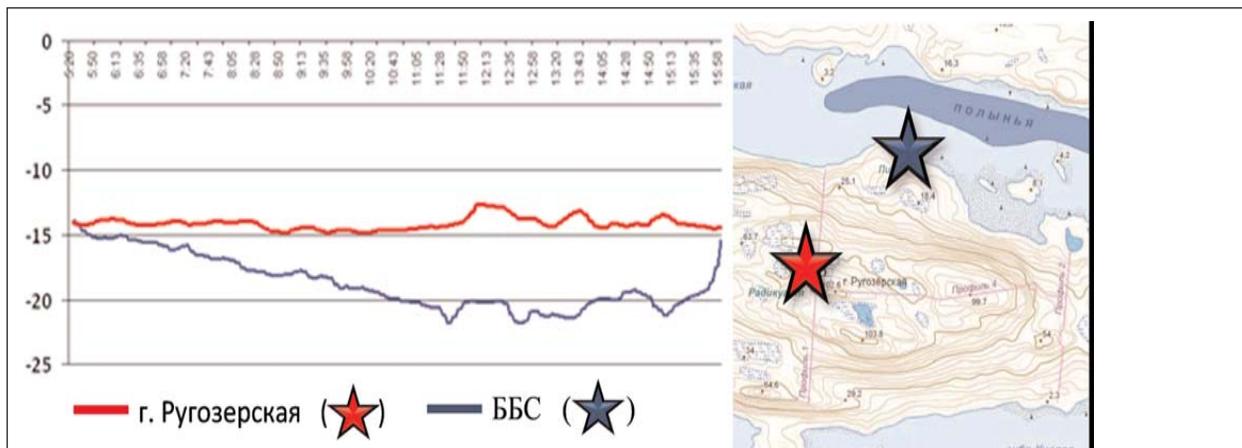
Фото М.И.Варенцова

Салме может служить чрезвычайно удачной моделью для изучения влияния арктических полыней на региональный микроклимат.

В 2010 г., приступив к выполнению этой задачи, метеорологи привезли на ББС три автоматические метеостанции со встроенными микрокомпьютерами и установили одну из них на вершине Ругозерской горы, другую на берегу губы Кислая, а третью — у мыса Крестовый. Чтобы обеспечить бесперебойную работу микрокомпьютеров на морозе, участники экспедиции разработали и впервые испытали методику их круглосуточного обогрева. Кроме того, данные о метеорологической ситуации в непосредственной близости к полынье поступали со стационарной автоматической метеостанции ББС, установленной на причале. Так началось изучение теплового влияния полыньи на температурные градиенты и на потоки тепла в приземном слое, а также сделана попытка количественной оценки этих характеристик.

Конечно, как это часто бывает, в первых экспедициях категорично ответить на главный вопрос о влиянии полыньи на микроклимат прилегаю-

* В экспедициях 2010–2012 гг. принимали участие студенты и сотрудники географического факультета МГУ им.М.В.Ломоносова: П.И.Константинов, В.М.Степаненко, С.В.Шувалов, В.С.Платонов, Д.Е.Кузнецов, Е.С.Глебова, В.И.Бычкова, О.В.Баранова, И.В.Железнова, К.О.Мельник, М.Е.Будасев, М.М.Капустина, А.В.Дебольский, Н.Г.Никитина, А.А.Архангельская, П.С.Вереземская, Е.А.Хруполова, Е.А.Куканова, Е.П.Малинина, М.И.Варенцов, Д.Е.Сергеев, М.Ю.Замятина, Л.А.Соколова, Г.А.Федоров, Д.И.Захарченко.

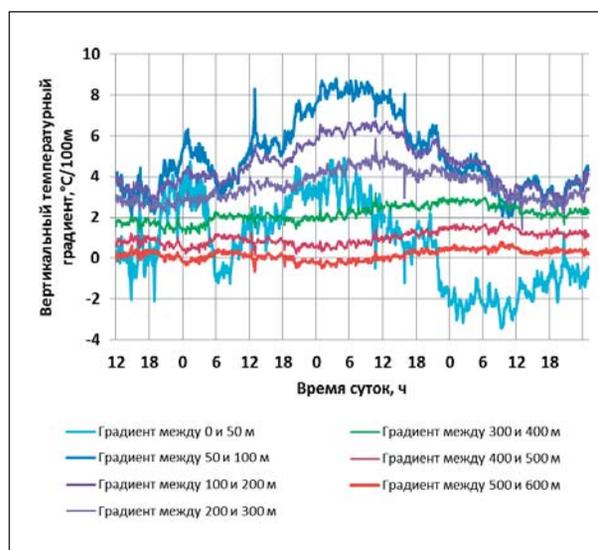


Различия в температуре воздуха, проявившиеся из-за сильной инверсии в антициклональных условиях между пирсом ББС и вершиной горы Ругозерская 30 января 2011 г.

щих территорий не удалось. Однако попутно отметили очень любопытное явление — в отдельных синоптических ситуациях различия температуры воздуха между ББС и вершиной горы Ругозерская достигали 6—7°C. Подобное явление чрезвычайно редко наблюдается зимой в Заполярье, поэтому его генезис был изучен дополнительно. Выяснилось, что причина разницы температур заключается в редком сочетании географических факторов. Во-первых, склон, на котором расположена ББС, имеет северную ориентацию, что практически полностью препятствует дневному прогреву приземного воздуха. А вершина горы, напротив, в ясный солнечный день прогревается хорошо (это заметно в дневном ходе температуры). И во-вторых, устойчивая ночная вертикальная инверсия температуры в районе ББС не разрушается в дневные часы, тем самым способствуя сохранению холодов.

В 2012 г. в сотрудничестве с Институтом физики атмосферы им.А.М.Обухова РАН и благодаря содействию доктора физико-математических наук Ирины Анатольевны Репиной было начато углубленное изучение инверсий, образующихся в приземном слое атмосферы в полярных широтах. Для этой цели выполнено непрерывное зондирование термического состояния атмосферы с помощью профилимера МТП-5 [1], основанного на принципе пассивной локации и способного измерять температуру воздуха на высотах от 0 до 600 м каждые 5 мин с шагом по вертикали 50 м.

Погодная ситуация для определения инверсий была крайне благоприятна — в конце января 2012 г. расположенный над всей европейской территорией России мощный антициклон принес с собой памятные холода. В течение всего периода наблюдений измерения, сделанные профилимером, показали постоянную стабильную и мощную атмосферную инверсию. Временной ход одной из ее самых важных характеристик — верти-



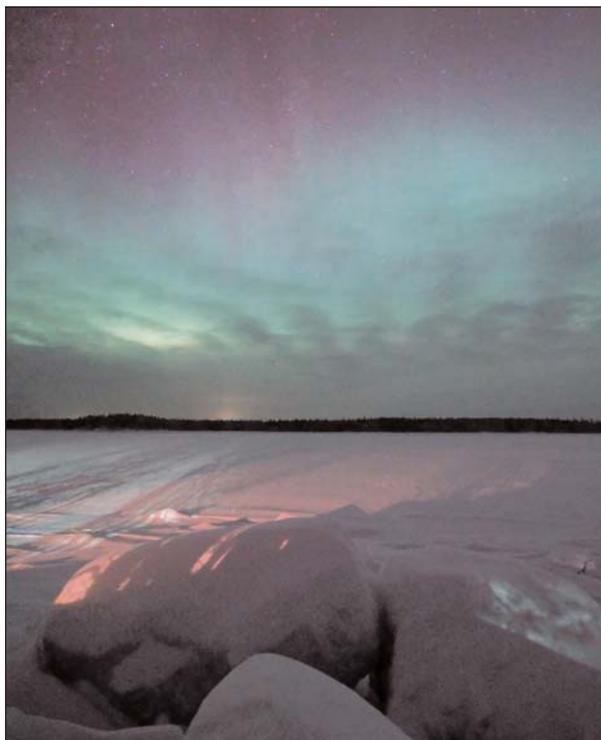
Динамика вертикальных температурных градиентов на разных высотах за период между 30 января и 2 февраля 2012 г.

кального температурного градиента, рассчитанного для разных уровней, — показан на рисунке. Как видно, его значения положительны в течение всего времени вплоть до высоты в 600 м, где они становятся близкими к нулю. Таким образом, до 600 м можно выделить слой с устойчивой стратификацией, а выше она сменяется на слабоустойчивую (верхнюю границу этого слоя по данным измерений оценить невозможно). При этом наиболее резкий температурный градиент, достигающий 8°C/100 м, наблюдается в слое между 50 и 100 м. Особая ситуация наблюдается в нижнем слое — между 0 и 50 м, где под влиянием подстилающей поверхности инверсия разрушается в ночное время.

Мощность наблюдаемой инверсии и ее непрерывное существование в течение суток позволяют



Сравнение температурной инверсии в приземном слое атмосферы, наблюдавшейся на ББС в январе 2012 г., с наиболее известными аналогами [2, 3].



Полярное сияние над ББС.

Фото Д.Е.Кузнецова

сделать вывод, что она имеет адвективно-радиационный генезис. А по мощности эта температурная инверсия уступает только Антарктической. Полученный результат тем более примечателен,

Литература

1. *Kadygrov E.N., Pick D.R.* The potential for temperature retrieval from an angularscanning single-channel microwave radiometer and some comparison with in situ observation // *Meteorological application*. 1998. V.5. №4. P.393—404.
2. *Воскресенский А.И., Цигельницкий И.И.* Итоги и перспективы исследований пограничного слоя атмосферы над Антарктидой // *Проблемы Арктики и Антарктики*. 1985. Вып.60. С.46—59.
3. *Хргиан А.Х.* Физика атмосфер. М., 1969.

что такие показатели довольно редко удается изучить с помощью термического зондирования.

Еще одна важная задача экспедиции — изучение характеристик снежного покрова на разном удалении от полыньи и на разных склонах Ругозерской горы — обращенном к полынье (северном) и противоположном (южном). С помощью снегомерной съемки предполагается узнать, где зимой накапливается больше снега, где он плотнее, а также определить статистику его распределения в разных ландшафтах. Такие исследования проведены на ББС впервые, и им предстоит стать основой долговременных наблюдений, которые позволят выявить региональные климатические тренды, определить проявления глобального потепления и сделать прогноз на ближайшее будущее. Данные снегомерной съемки также будут использованы для расчета масштабов весеннего половодья, что позволит скорректировать план работ самой биостанции.

Помимо чисто научных результатов экспедиций 2010—2012 гг., нельзя не упомянуть об их педагогическом эффекте, ведь по замыслу основателей НСО географического факультета в далеких 70-х годах прошлого века именно в подобных экспедициях молодежь должна получать первый опыт полевых исследований под руководством опытных сотрудников. Это тем более важно, что не так-то просто студентам младших курсов попасть в «настоящую» метеорологическую арктическую экспедицию. А север, как и во времена его великих исследователей, продолжает манить своей загадочностью, суровостью и неповторимыми пейзажами с нежно-розовыми отблесками заходящего солнца.

И научный, и педагогический опыт таких экспедиций уже более 30 лет отмечают географическим факультетом МГУ на ежегодных конференциях «Ломоносов» (ранее — «Ломоносовские чтения»). В специальной конкурсной подсекции «Экспедиционные исследования» обычно участвуют от 17 до 24 экспедиций различных кафедр факультета. Жюри в составе заместителей заведующих кафедрами по науке оценивает результаты полевых и камеральных работ (учитываются применение современных методов в полевых исследованиях, их научная новизна, качество представления результатов экспедиции — устного доклада и оформления научного отчета) и выбирает лучшую экспедицию НСО. И дважды — в 2010 и 2012 гг. — именно зимняя метеорологическая экспедиция на ББС признавалась лучшей. ■