

ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО ОКЕАНА

В.В.САПОЖНИКОВ
(ВНИИРО)

В 2007 г. сотрудники Института физики атмосферы им. А.М.Обухова (ИФА РАН) принимали участие в следующих экспедициях, проводившихся в рамках МПГ 2007/08:

1) сезонные работы 52-й РАЭ. Станции Беллинсгаузен и Новолазаревская, октябрь 2006 - март 2007 г.;

2) комплексная экспедиция «Арктика-2007» на НЭС «Академик Федоров», 3 этап, сентябрь 2007 г.;

3) российско-американская экспедиция NABOS-АВЛАП-2007, НИС «Виктор Буйницкий», сентябрь-октябрь 2007 г.

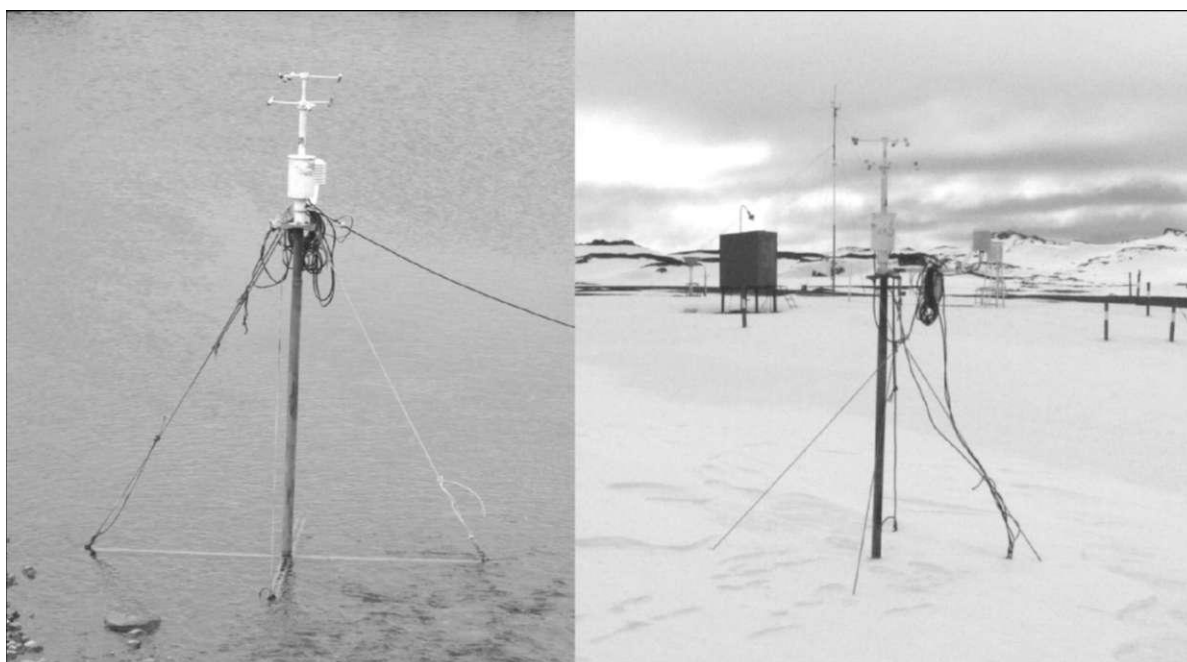
Основная цель исследований, проводимых на антарктических станциях, - получение экспериментальных данных о взаимодействии атмосферы с подстилающей поверхностью на различных пространственных и временных масштабах. Одна часть исследований состоит в изучении влияния структурных и температурных неоднородностей подстилающей поверхности на энергообмен в приземном слое атмосферы и определении связи турбулентных потоков тепла и количества движения со свойствами подстилающей поверхности. Для этого проводятся измерения турбулентных потоков тепла и импульса, а также ведется мониторинг состояния поверхности контактными и дистанционными методами. Другая часть исследований состоит в получении экспериментальных данных о взаимодействии ветрового потока с топографией и о структуре пограничного слоя атмосферы над неоднород-

ной подстилающей поверхностью при помощи акустического локатора. Полученные экспериментальные данные позволяют провести исследование вертикальной структуры турбулентности в условиях кatabатических ветров, улучшить понимание механизмов турбулентного обмена между атмосферой и подстилающей поверхностью в условиях полярного лета.

Работы на станции Новолазаревская были начаты 30 ноября 2006 г. и завершены 1 февраля 2007 г. Получены следующие основные результаты.

По данным акустического анемометра рассчитаны турбулентные потоки температуры и импульса над каменистым грунтом и над заснеженной поверхностью на различных этапах ее таяния. Показано, что над заснеженной поверхностью в период ее таяния поток температуры практически всегда отрицателен. Это вызвано тем, что при температуре, близкой к 0 °С, отток энергии от поверхности происходит преимущественно в виде потока влажности (скрытой теплоты), в то время как для каменистого грунта поток температуры сравним с потоком солнечной радиации.

Измерения параметров турбулентности над тающей поверхностью снежника совместно с измерениями характеристик поверхности показали, что эмпирические коэффициенты обмена, применяемые в климатических моделях, существенно зависят от состояния снега. В основном

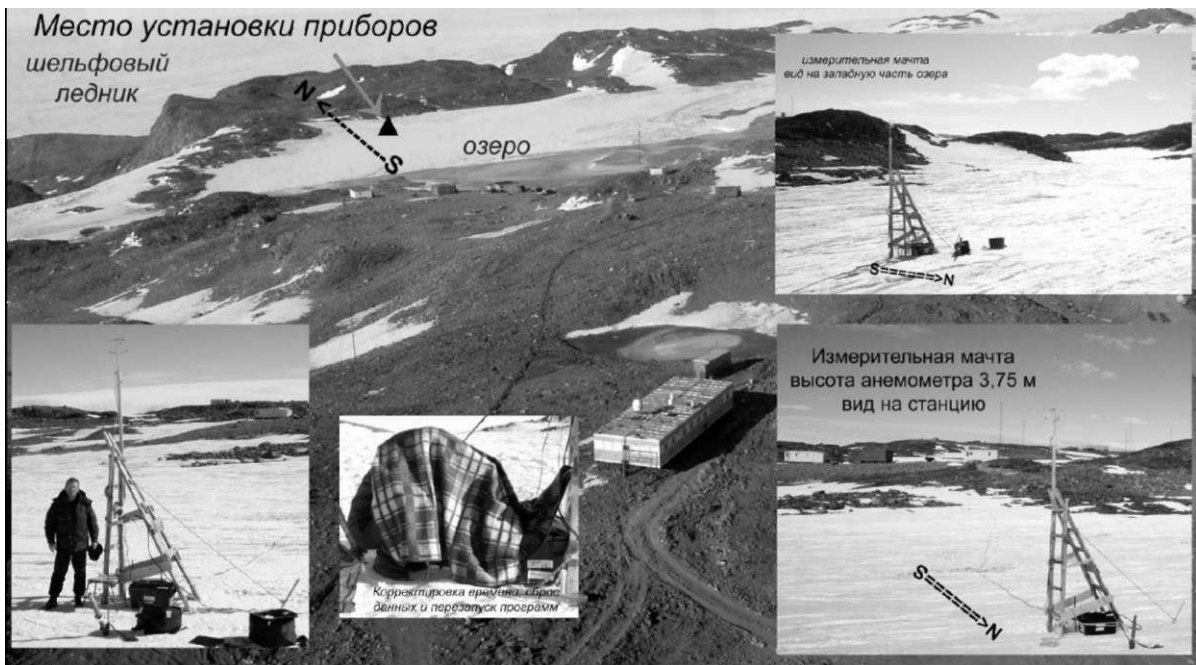


Измерения на станции Беллинсгаузен над различными поверхностями



Антарктида
 S70 46' E11 49'
 ст. Новолазаревская
 озеро Станционное

ледник



Местоположение аппаратуры на двух измерительных полигонах на станции Новолазаревская



Сонарные измерения на станции Новолазаревская

это касается параметра шероховатости и коэффициента сопротивления. Например, за время измерений на снежнике, когда поверхность из плотной, с вертикальным размером неоднородностей порядка сантиметра, стала рыхлой и размеры неоднородностей увеличились до десятков сантиметров, параметр шероховатости возрос примерно вдвое.

При помощи акустического локатора получен практически непрерывный полуторамесячный массив данных о структуре нижней части пограничного слоя над оазисом Ширмахера. Выделены характерные для периода измерений типы метеословий и соответствующие им типы сонарных эхотграмм. Получено несколько записей с четко выраженными волновыми структурами, которые, по видимому, являются волнами Росби, формирующимися на краю оазиса при северных ветрах. Также получены записи с конвективными структурами, формирующимися над оазисом в солнечную безветренную погоду. Использование таких измерений в районе взлетно-посадочной полосы позволит повысить безопасность захода на посадку легких самолетов, особенно в условиях сильных ветровых сдвигов.

Измерения вблизи края поверхности ледника в ночное время позволили определить вертикальную структуру стокового ветра. Показано, что высота стоковой струи обычно не превышает 100 м. Получены характерные профили вертикальной компоненты ветра и ее дисперсии в этих условиях.

Аналогичные измерения проводились на станции Беллинсгаузен в период с 27 октября 2006 г. по 4 марта 2007 г. Работа стала продолжением сезонного мониторинга составляющих теплового баланса, начатого на станции в 2001 г. Район о. Кинг-Джордж интересен тем, что расположен вблизи зоны Антарктической конвергенции и характеризуется интенсификацией процессов энергообмена, особенно в летнее время при значительном притоке солнечной энергии. При этом общая синоптическая ситуация определяется активной циклонической деятельностью, что приводит к преимуществу облачной, туманной и дождливой погоды. Измерения потоков тепла выявили четкий суточный ход интенсивности теплообмена. Во всех случаях дневных измерений поток тепла положителен, т.е. направлен от поверхности. Его значение изменяется от десятков до сотен ватт на 1 м^2 в зависимости от метеоусловий. Ночью значения потоков небольшие. Наблюдаются и отрицательные значения.

Получены значения параметра шероховатости поверхности для разных секторов направления ветра по отношению к месту крепления приборов. Наибольшее значение параметра шероховатости и наибольший диапазон значений соответствуют сектору с морской поверхностью. Это связано с тем, что с южного направления преобладают сильные ветра, вызывающие волновые возмущения на поверхности моря. Исследована зависимость коэффициентов обмена от скорости ветра, динамической скорости ветра, устойчивости атмосферы. Предложены параметризации, полученные на основании экспериментальных данных.



Измерения на НИС «Виктор Буйницкий»

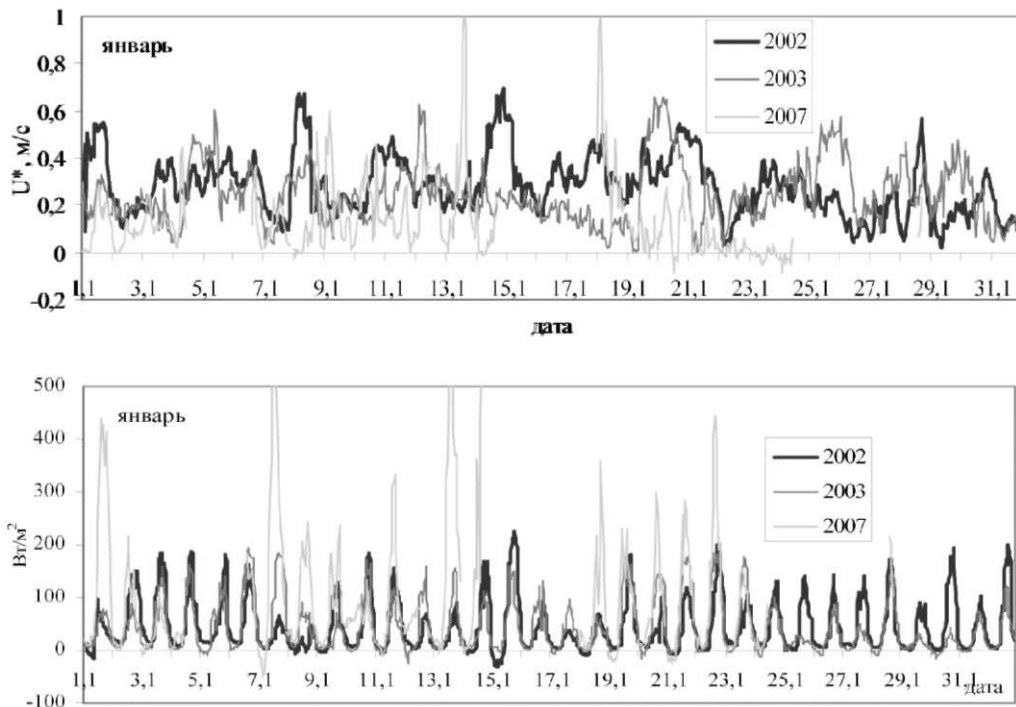
Получены значения коэффициентов теории подобия, позволяющие рассчитывать статистические характеристики турбулентных полей, по данным измерений для разных направлений ветра. При неустойчивой стратификации нами установлена зависимость этих коэффициентов от параметра устойчивости атмосферы. Проведены измерения температурного режима для поверхностей различного типа.

Сравнение характеристик энергообмена, полученных за различные годы, выявило значительную межгодовую изменчивость, обусловленную метеорологическими и синоптическими факторами.

Во время измерений в Арктике перед отрядами ИФА РАН стояли следующие задачи:

- 1) исследование энергообмена атмосферы и подстилающей поверхности (воды, льда различных типов) при различных метеоусловиях с помощью инструментальных измерений потоков тепла, влаги и импульса в приповерхностном слое атмосферы;
- 2) выбор наилучших способов параметризации турбулентных потоков;
- 3) дистанционные измерения температуры подстилающей поверхности в различных диапазонах.

В результате эксперимента на НЭС «Академик Федоров» измерены потоки тепла и импульса над льдами различных типов. Измерения на НИС «Виктор Буйницкий» проводились в уникальной ситуации полного освобождения моря Лаптевых ото льда. В результате получены значения турбулентных потоков турбулентного тепла и импульса при различных состояниях морской поверхности; по-

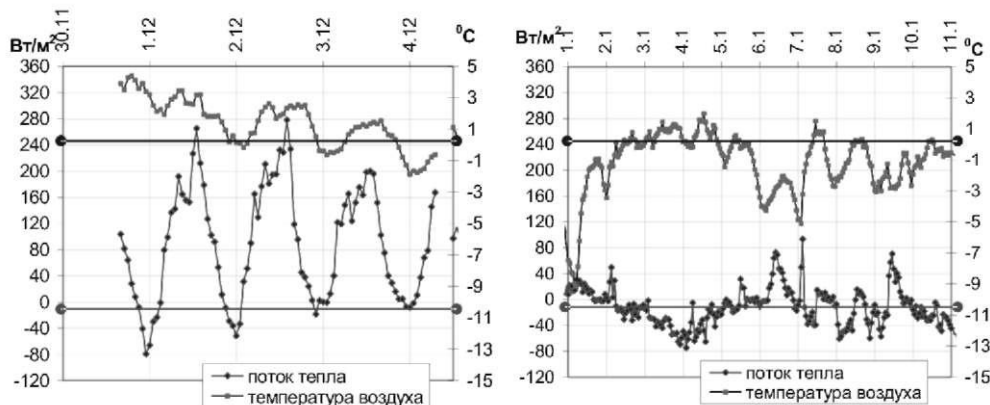


Потоки импульса (верху) и тепла (внизу) на станции Беллинсгаузен в сезоны 2002, 2003 и 2007 гг.

лучена зависимость коэффициентов обмена от степени развития поверхностного волнения; исследована зависимость характеристик приводного слоя атмосферы от поверхностных аномалий; исследованы теплофизические свойства морской поверхности при различной степени развития волнения. Проведены уникальные измерения характеристик энергообмена в штормовых условиях.

Работы проводились при поддержке:

- ФЦП «Мировой океан» (подпрограмма «Изучение и исследование Антарктики»),
- программы Президиума РАН «Природные процессы в полярных областях Земли и их вероятное развитие в ближайшие десятилетия» (проекты 1.1. и 4.1.),
- РФФИ.



Вариации потока тепла и температуры: слева - над открытым грунтом, справа - над снежником