**«Данные натурных исследований снежно-ледового покрова аэродрома антарктической станции Прогресс в период 69 РАЭ, 2024 г.» (ANTARCTICA-III)**

Представлены результаты экспериментальных исследований теплофизических и радиационных свойств снежно-ледовых поверхностей в районе аэродрома российской антарктической станции «Прогресс» (69 РАЭ).

Использовались две измерительные площадки, одна из которых располагалась на взлетно-посадочной полосе (ВПП), вторая на естественной поверхности снежно-ледникового купола (см. рис. 1).



Рис. 1 – Схема расположения измерительных площадок в районе ВПП снежно-ледового аэродрома

**Состав наблюдений:**

- приходящая и отраженная солнечная радиация (пиранометры Янишевского М-115М);

- приходящая и отраженная фотосинтетическая активная радиация (пиранометры LI-192SA);

- нисходящее длинноволновое излучение атмосферы (пиргеометр CGR-4);

- вертикальные потоки тепла в толще снега (тепломеры «Фарада»;

Дискретность измерений - 1 час.

Для оценки характеристик приземного слоя атмосферы (температура, влажность, скорость ветра, давление) использовались портативные автоматические метеостанции (АМС) Sky Watch GEOS (Швейцария). Высота измерений - 0.5 и 2 м над поверхностью. Дискретность измерений - 10 минут, дискретность записи осредненных данных – 1 час.

Измерения вертикального распределения температуры в снежной толще выполнялось на глубинах 10, 30, 50, 70 и 90 см с помощью цифрового термометра (НПО «Элемер», СПб).

Регулярные съемки альбедо поверхности ВПП выполнялись с помощью походного альбедометра базе пиранометра М-115М в кардановом подвесе. Съемки выполнялись вдоль продольной оси ВПП с дискретностью 100-200 м (красная линия на рис. 1).

Все виды наблюдений выполнялись в соответствии с общепринятыми стандартными методиками (Наставления и РД) и специальными методиками, разработанными в отделе взаимодействия океана и атмосферы.

**Приборы и оборудование:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Таблица 1 – Технические характеристики пиранометров М-115М | | | |
| Спектральный диапазон | | 0.33-2.5 мкм | |
| Чувствительность | | 8-12 мВ/(кВт/м2) | |
| Пределы измерений | | 0-1000 Вт/м2 | |
| Угол зрения | | 180о | |
| Инерционность | | 15-40 сек | |
| Температурная зависимость сигнала в диапазоне  –10/+40оС (относительно +20оС) | | К+20 = К(t)/[(1-0.0011(t-20)],  где t – температура воздуха в оС. | |
| Рабочий диапазон температур | | -60/+60оС | |
| Основная погрешность | | < 10% | |
| Таблица 2 – Технические характеристики датчиков ФАР LI-192SA | | | |
| Спектральный диапазон | | 0.4-0.7 мкм | |
| Чувствительность | | 5 - 10 μA/μmol s-1m-2 | |
| Угол зрения | | 180о | |
| Инерционность | | менее 1 мсек | |
| Рабочий диапазон температур | | −40°C/+ 65°C | |
| Основная погрешность | | ± 0.15%/°C | |
| Таблица 3 – Технические характеристики датчиков теплового потока «Фарада» | | | |
| Диапазон измерения | | 10-1000 Вт/м2 | |
| Постоянная времени | | Менее 10 с | |
| Коэффициент эффективной теплопроводности | | 0.5 Вт/м К | |
| Толщина | | 1.7-2.0 мм | |
| Рабочий диапазон температур | | −60 °C/+80 °C | |
| Нелинейность | | ±1.0% | |
| Пределы основной относительной погрешности | | ±5 % | |

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица 4 – Технические характеристики пиргеометра CGR 4 Kipp&Zonen | |
| Спектральный диапазон (50% точек) | от 4,5 до 42 мкм = от 4500 до 42000 нм |
| Чувствительность | от 5 до 15 мкВ/Вт/м² |
| Время отклика | 18 с |
| Смещение обогрева окна | < 4 Вт/м² |
| Смещение нуля | B < 2 Вт/м² |
| Температурная чувствительности | < 1 % |
| Диапазон рабочих температур | от -40 до +80 °C |
| Диапазон чистого излучения | от -250 до + 250 Вт/м² |
| Угол обзора | 180 ° |
| Нелинейность | < 1 % |

Таблица 5. Технические характеристики портативной автоматической метеостанции  
Skywatch GEOS Nо11(Швейцария)

|  |  |
| --- | --- |
| Окружающие температурные условия для возможности считывания данных | Быстрая передача: -10 оС~+70 оС;  Удовлетворительная передача: -20 оС~-10 оС; Очень медленная передача: -40 оС~-20 оС |
| Пределы измерений | Ветер: 0км/ч~300 км/ч; Температура: -40 оС~+85 оС; Влажность: 0.1~100%; Давление: 10~1100 гПа |
| Погрешность при измерениях | Ветер: ±2%; Температура: ±0.5 оС на каждые 25 оС; Влажность: ±2% на каждые 50%; |

Таблица 6. Технические характеристики термометра цифрового малогабаритного «Элемер» ТЦМ 9410/М2

|  |  |
| --- | --- |
| Диапазон измерения температуры | –50...+1700 °С |
| Инерционность | не более 30 с |
| Разрешающая способность | 0.01 °С |
| Погрешность измерений | ± 1% |

**Объем полученной информации**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Виды работ | Время, количество наблюдений | Форма представления результатов |
| 1 | Маршрутные съемки альбедо ВПП | 26.12.23 – 15 точек;  30.12.23 – 11;  03.01.24 – 10;  10.01.24 – 8;  16.01.24 – 8;  25.01.24 – 10;  30.01.24 – 10;  06.02.24 – 10;  17.02.24 – 6. | Таблицы первичных данных в формате <xls> |
| 2 | Отбор кернов для определения плотности снега | 65 серий измерений | Таблицы первичных данных в формате <xls> |
| 3 | Измерение профиля температуры в снеге | 65 серий измерений | Таблицы первичных данных в формате <xls> |
| 4 | Измерения радиационных характеристик поверхности и потоков тепла в толще снега | 52 суток наблюдений | Таблицы первичных данных в формате <xls> |
| 5 | Измерение характеристик приземного слоя атмосферы | 23.12.2023 - 03.01.2024; 05.01.2024 - 06.01.2024; 08.01.2024 - 21.01.2024; 30.01.2024 - 17.02.2024. | Таблицы первичных данных в формате <xls> |

Фрагменты данных, перечисленных в п/п 1-5 таблицы, представлены ниже:

**Пункт 1** – Результаты маршрутных съемок альбедо ВПП (ПК – номер «пикета», точки измерений) 6 февраля 2024 г.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № точки | Альбедо, % | Состояние диска солнца (код) | Облачность, общая/нижняя (балы) |
| ПК1 | 84 | 4 | 5/1 |
| ПК4 | 84 | 4 | 5/1 |
| ПК7 | 85 | 4 | 5/1 |
| ПК10 | 86 | 4 | 6/2 |
| ПК13 | 86 | 4 | 6/2 |
| ПК16 | 84 | 4 | 6/1 |
| ПК19 | 85 | 3 | 6/1 |
| ПК22 | 84 | 3 | 6/1 |
| ПК25 | 86 | 3 | 6/1 |
| ПК28 | 87 | 3 | 6/1 |

**Пункт 2,3** – Результаты измерений вертикального распределения температуры и плотности снега в слое (0-90 см).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер керна,  дата измерений | Горизонт измерений, см | Температура  оС | Плотность, кг/м3  (слой 10-90 см) |
| №1, 31.01.2023 | 10 | -1,5 | 591 |
|  | 30 | -2,8 |
|  | 50 | -2,9 |
|  | 70 | -3,5 |
|  | 90 | -4,2 |

**Пункт 4** – Результаты измерений радиационных характеристик поверхности (составляющие радиационного баланса, Вт/м2), Q – суммарная солнечная радиация, R – отраженная радиация, La – нисходящее длинноволновое излучение атмосферы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Время | Q | R | La |
| 21.12.2023 | 9 | 453 | 418 | 238 |
| 21.12.2023 | 10 | 453 | 414 | 240 |
| 21.12.2023 | 11 | 438 | 394 | 240 |
| 21.12.2023 | 12 | 336 | 300 | 238 |

Пункт 4. Среднесуточные значения вертикальных потоков тепла в снежной толще (Вт/м2) на глубине 15 и 35 см («+» поток направлен вглубь снежной толщи, «-» к поверхности):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Дата | 15 см | 35 см | | 21.12.23 | 3,6 | 1,9 | | 22.12.23 | 2,5 | 1,9 | | 22.12.23 | 0,4 | 2,1 | | 23.12.23 | -0,1 | 1,4 | | 24.12.23 | -0,2 | 0,2 | |

**Пункт 5**. Результаты измерений характеристик приземного слоя атмосферы:

U(2) - скорость ветра (м/с) на высоте 2 м, Т(0,5; 2,0) – температура воздуха (оС) на высоте 0,5 и 2,0 м; Н(0,5; 2.0) – относительная влажность воздуха (%) на высоте 0,5 и 2.0 м

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | U (2,0) | Т (0,5) | Т (2,0) | H (0,5) | H (2,0) |
| 24.12.2023 | 5,1 | -3,3 | -3,7 | 52 | 54 |
| 25.12.2023 | 5,9 | -1,5 | -2,4 | 57 | 58 |
| 26.12.2023 | 5,7 | -1,6 | -2,1 | 62 | 63 |
| 27.12.2023 | 4,9 | -1,9 | -2,6 | 57 | 58 |
| 28.12.2023 | 8,4 | -3,3 | -3,6 | 74 | 67 |
| 29.12.2023 | 6,5 | -2,8 | -3,1 | 70 | 57 |
| 30.12.2023 | 5,0 | -1,1 | -1,8 | 66 | 61 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |