

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕДНИКОВ ШПИЦБЕРГЕНА

На архипелаге Шпицберген в середине августа 2019 года завершена экспедиция, организованная при поддержке гранта РФФИ № 05-18-00471 (рук. Б.В. Иванов). Грант объединяет усилия специалистов ААНИИ, Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ), Московского авиационного института (МАИ) и НИЦ АНО «Полярная инициатива».

Полевые исследования были направлены на изучение краевой зоны ледников с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и проводились с 1 по 7 августа. Как известно, проведение стандартных («наземных») наблюдений в краевой зоне выводных ледников (зона трещин и отколов ледяных блоков) невозможно из соображений безопасности. Также не решены многие методические и технические вопросы проведения и интерпретации инструментальных наблюдений в этой зоне. Применение БПЛА, как показал опыт использования этих технических средств в 64-й Российской антарктической экспедиции (РАЭ) и экспедиции на НЭС «Академик Трёшников», позволяет получать уникальную информацию об отражательных и термических характеристиках поверхности, где проведение стандартных наблюдений невозможно (всторошенный припай, отдельные гряды торосов, краевые зоны ледников, трещины).

На Шпицбергене исследования проводились в районе пос. Баренцбург, на леднике Эсмарк (залив Ис-фьорд). Этот ледник впервые попал в поле зрения специалистов ААНИИ, поскольку, по сравнению с традиционными объектами (ледник Альдегонда, Западный и Восточный Грэнфьорд), имеет «классическую» зону трещин в зоне контакта с водами бухты Эмер. Мы использовали однотипные модели БПЛА (квадрокоптеры), предоставленные Высокоширотной арктической экспедицией ААНИИ (ВАЭ, рук. В.Т. Соколов), а также приобретенные на средства гранта. Для исследований радиационного баланса поверхности ледников Шпицбергена впервые в отечественной практике были задействованы современные радиометры CNR-1 и CNR-4 (фирма Kipp&Zonen, Голландия). Первый был любезно предоставлен ВАЭ, а второй арендован в рамках совместного ААНИИ — Норвежский полярный институт (НПИ) проекта RiS-ID 10803 (<http://www.researchinsvalbard.no/project/8532>). Этот проект заявлен на портале SSF ([www.svalbardscienceforum.no](http://www.svalbardscienceforum.no)) и подразумевает исследования микроклимата и альbedo ледников Альдегонда и Эсмарк.

Доставка членов экспедиции и присоединившихся сотрудников Российской арктической экспедиции на Шпицбергене (РАЭ-Ш) в район ледника Эсмарк была осуществлена на катере «Баренцбург», арендованном в Центре арктического туризма «Груммант» (подразделение ФГУП «ГП Арктикуголь»). Объединение технических и логистических возможностей экспедиции РФФИ и РАЭ-Ш позволило выполнить запланированные работы силами двух коптеров и покрыть измерениями (альbedo, температура поверхности) обширный район, включающий участок открытой поверхности моря, краевой зоны ледника (зоны трещин), ледникового плато и прилегающих участков суши (морены). Для расчета альbedo в непосредственной близости от ледника был организован пункт актинометрических наблюдений, где регистрировалась проходящая солнечная радиация с помощью



Ледник Эсмарк (высота 100 м)



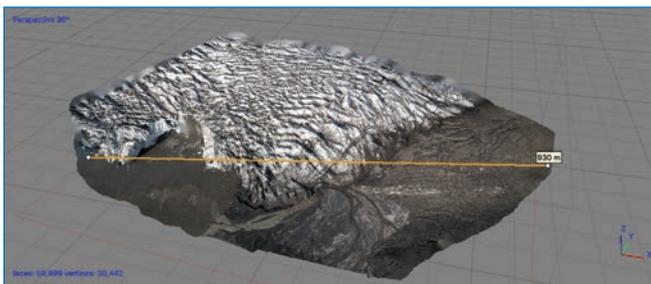
Радиометр CNR-4 на леднике Альдегонда



Запуск коптера



Краевая зона ледника



3D модель краевой зоны

пиранометра, аналогичного используемому на коптере (LI-192SA, США), и параметры приземного слоя воздуха (автоматическая метеостанция SkyWatch-GEOS, Швейцария). Группой гидрологов РАЭ-Ш был выполнен отбор проб воды в реке, питаемой ледником, для после-

дующего изотопного анализа. Коллегами из Полярной морской геологоразведочной экспедиции (ПМГРЭ) был исследован прилегающий район для организации там планируемых геологических исследований в сезоне 2020 года. В рамках утвержденной на 2019 год программы РАЭ-Ш аналогичные исследования (альbedo ледниковой поверхности) продолжаются на «тестовом» леднике Альдегонда, где в течение четырех последних лет проводится регулярный мониторинг составляющих теплового баланса поверхности ледника в весенний и летний период. Использование радиометров CNR позволит впервые получить оценки коротковолновых и длинноволновых составляющих радиационного баланса и сравнить с оценками, полученными иными (стандартными) средствами измерений (пиранометры М-80, Россия). Над поверхностью ледника Альдегонда также проводятся полеты квадрокоптеров для исследования пространственного распределения альbedo, температуры поверхности и осуществляется аэрофотосъемка для построения 3D модели поверхности.

В заключение хочется высказать глубокую признательность руководству РАЭ-Ш в поселке Баренцбург и лично руководителю зимовочного состава экспедиции Сергею Борисовичу Лесенкову и руководителю сезонного состава Александру Леонидовичу Новикову за постоянную помощь, внимание и поддержку при проведении наших экспедиционных работ.

На сделанных авторами статьи фото можно видеть некоторые этапы работ.

*Б.В. Иванов, У.В. Прохорова, П.Н. Священников,  
А.В. Парамзин, Д.В. Драбенко (ААНИИ)*