

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СНЕГОМЕРНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

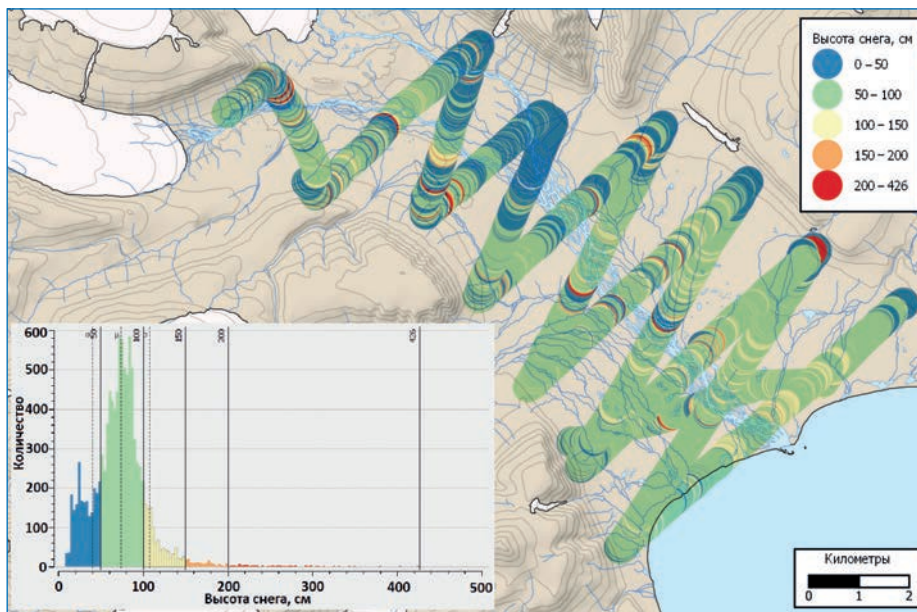
Применение современных методов и средств измерений при исследовании природной среды Арктики способствует повышению качества получаемых данных без увеличения трудозатрат, а также открывает новые возможности. Одним из примеров современных методов является георадиолокация. Данный метод применяется в геофизических исследованиях с 80-х годов прошлого века, но с конца 2000-х получил более широкое распространение вследствие появления на рынке средств измерений недорогих и простых в эксплуатации георадаров, которое стало возможным благодаря развитию соответствующих технологий и материалов.

В отделе гидрологии устьев рек и водных ресурсов ФГБУ «АНИИ» с 2014 года при проведении снегомерных работ применяют георадар отечественной разработки «Пикор-Лед» компании ООО «ФПК «ЭСТРА»». Сотрудниками отдела накоплен значительный опыт производства работ в условиях высокоширотной Арктики (архипелаги Северная Земля и Шпицберген), разработаны собственные методики производства работ и обработки результатов измерений. Главным преимуществом данного метода измерений является оперативность получения данных о высоте снежного покрова на исследуемом участке — георадар и его программное обеспечение позволяют производить работы в движении со скоростью до 40 км/ч, выполняя измерение высоты снежного покрова каждый метр, а координатную привязку измерений — каждые 5–10 м. Точность измерения — до 2 см. Георадиолокационный метод измерения высоты снежного покрова существенно превосходит по скорости получения результатов стандартные методы, принятые в Росгидромете, при значительно меньших трудозатратах. Это обстоятельство стало решающим при выборе метода измерения при планировании снегомерных работ на восточном побережье архипелага Шпицберген весной 2022 года.

Снежный покров восточного побережья архипелага Шпицберген в настоящее время остается малоизученным. Исследования в этой части архипелага являются актуальной задачей для всего научного сообщества на Шпицбергене. Целью этих снегомерных работ было получение данных об основных характеристиках снегонакопления данного региона (высота, плотность, стратификация). В качестве объектов исследования были выбраны ледник Свейг и долина Агард, представляющие основные типы водосборов архипелага (ледник и горная долина). Отличительной особенностью данных работ по сравнению с мониторинговыми наблюдениями вблизи Российского научного центра на архипелаге Шпицберген были логистические условия в совокупности с размерами исследуемых объектов. Расстояние до объектов исследования составляет 120 км, временные затраты на передвижение до места работ оценивались в 6–8 часов. Суммарная площадь исследуемых объектов 90 км<sup>2</sup> — 70 км<sup>2</sup> долина и 20 км<sup>2</sup> ледник, длина снегомерных маршрутов 72 км и 15 км соответственно. Вследствие отсутствия возможности остановки на ночлег в расположенном неподалеку от района работ поселке Свея, а также короткого периода с удовлетворительной погодой, продолжительность выезда ограничивалась 16 часами. Таким образом, на работы отводилось 8–10 часов, что делало невозможным применение стандартной контактной методики измерения высоты снежного покрова (металлическим щупом), которая подразумевала суммарно 435 точек измерения при шаге 200 м между точками. По совокупности условий было принято решение выполнять работы по измерению высоты снежного покрова георадиолокационным методом, а также существенно сократить количество шурфов (до 4 на объект), но оставить метод их выполнения стандартным.

Район производства работ на восточной части острова Западный Шпицберген





Результаты георадарной съемки в долине Агард

По прибытии на место производства работ было обнаружено, что снег восточной части архипелага существенно отличается от снега западной. Снежный покров в долине формировался под воздействием сильных продолжительных ветров и горизонтального переноса снега, что привело к его интенсивному уплотнению, образованию застрогов и наддувов. В связи с состоянием поверхности снежного покрова значительно уменьшилась скорость передвижения по долине, что увеличило время выполнения работ на этом объекте и стало причиной отказа от выполнения работ на леднике.

Согласно методике применения георадара, калибровка проводилась перед началом, в процессе и после окончания работ и заключалась в определении значения диэлектрической проницаемости снежного покрова. Во время работ георадар крепился на снегоход "Yamaha Venture" на специально сделанный заранее брусок, зафиксированный перпендикулярно движению снегохода, с вынесенным вбок длинным концом для обеспечения измерения прибором не нарушенного снегоходом снежного покрова. Коммуникационный провод притягивался к бруску и проводился вдоль снегохода к защищенному ноутбуку "Panasonic Toughbook CF-19", который был закреплен между рулем и водителем. GPS-GLONASS модем имел магнитное крепление и потому распола-

гался на металлическом болте между рулем и ветровым стеклом снегохода. Данная конструкция обеспечивала максимальное удобство выполнения измерений.

Измерения высоты снежного покрова георадио-локационным методом в долине Агард длились 6 часов включая время, потраченное на калибровку и настройку прибора. За это время было пройдено 72 км, произведено 10361 измерение высоты снежного покрова с координатной привязкой (326780 измерений всего). Среднее расстояние между точками измерения высоты снежного покрова с координатной привязкой составило 7 м. Полученные результаты измерений позволили достоверно оценить количественные характеристики снежного покрова и особенности его распределения в долине Агард.

Таким образом, применение современного метода измерения сделало возможным оперативно провести снегомерные работы на крупном удаленном объекте, что в очередной раз продемонстрировало преимущества современных методов перед стандартными. Результаты измерений могут быть использованы при моделировании и других исследованиях, где применяются эмпирические данные о характеристике снежного покрова архипелага Шпицберген. Данный опыт также полезен при планировании снегомерных работ на удаленных объектах.

*И.И. Василевич, А.С. Масловский (АНИИ)*

Крепление георадара «Пикор-Лед» на снегоход "Yamaha Venture".  
Фото И.И. Василевича



Производство измерений георадаром в долине Агард.  
Фото И.И. Василевича

