

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СНЕЖНОЙ ТОЛЩИ

**Сидоренко А.И., Боброва Д.А.**

*Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований, г. Южно-Сахалинск,  
sidorenko.artem@inbox.ru*

Сегодня метод георадиолокации успешно применяется в разных отраслях: геологоразведке, строительстве, инженерных изысканиях, археологии. Одним из новых направлений применения георадара является проведение снегомерных и ледемерных работ [1–3]. Актуальность данного направления состоит в том, что применение метода георадиолокации позволит безопасно проводить исследования снежного покрова в труднодоступных и опасных участках, например, в лавиносборе для оценки объема лавин. Данное направление исследований особенно актуально для Сахалина, где более семидесяти процентов территории острова являются лавиноопасными и относятся к наиболее опасным территориям России с точки зрения лавинной угрозы [4].

Традиционными методами исследования снежного покрова является снегосъемка (с применением снегомерных реек) и стратиграфический метод (с помощью шурфовых работ и послойного измерения параметров снежной толщи). Но данные виды работ требуют особой подготовки, что предполагает участие специалиста, имеющего определенную квалификацию и опыт работы, специальное снаряжение, а также хорошую физическую подготовку. При освоении новых горных территорий не всегда есть возможность привлечения такого специалиста, что заставляет проводить постоянный поиск дистанционных, бесконтактных, безопасных методов мониторинга снежного покрова. Так, в последние годы начали активно внедряться такие современные технологии, как, например, лазерная съемка и георадиолокация.

Поскольку снег является диэлектриком метод георадиолокации может стать альтернативным методом исследования снежного покрова в труднодоступных местах. В настоящее время с помощью георадиолокации можно получить данные о высоте и плотности снежного покрова, объеме потенциальной лавины. В перспективе с помощью метода георадиолокации станет возможным определять также структуру и текстуру

снежной толщи, что позволит прогнозировать сход наиболее разрушительных лавин – лавин перекристаллизации снежной толщи [5, 6].

В зимние сезоны 2020-2023 гг. авторами проводились исследования применения метода георадиолокации для мониторинга снежного покрова для оценки объема снега в лавиносборе, и индикации лавиноопасных слоев внутри снежной толщи.

Для оценки объема снега в лавиносборе проводились исследования на юго-западном побережье о. Сахалин (с. Чехов). Применялся георадар ОКО-2 с антенным блоком АБ-1700 [7]. На выбранном лавиносборе по трем трассам в режиме непрерывного зондирования спускался георадар (рисунок 1). Для уточнения высот слоев при обработке применялись металлические маркеры. Параллельно проводилась стратиграфическая работа в опорном шурфе. В результате обработки получены данные объема снега в лавиносборе, а также значение плотности снежной толщи,

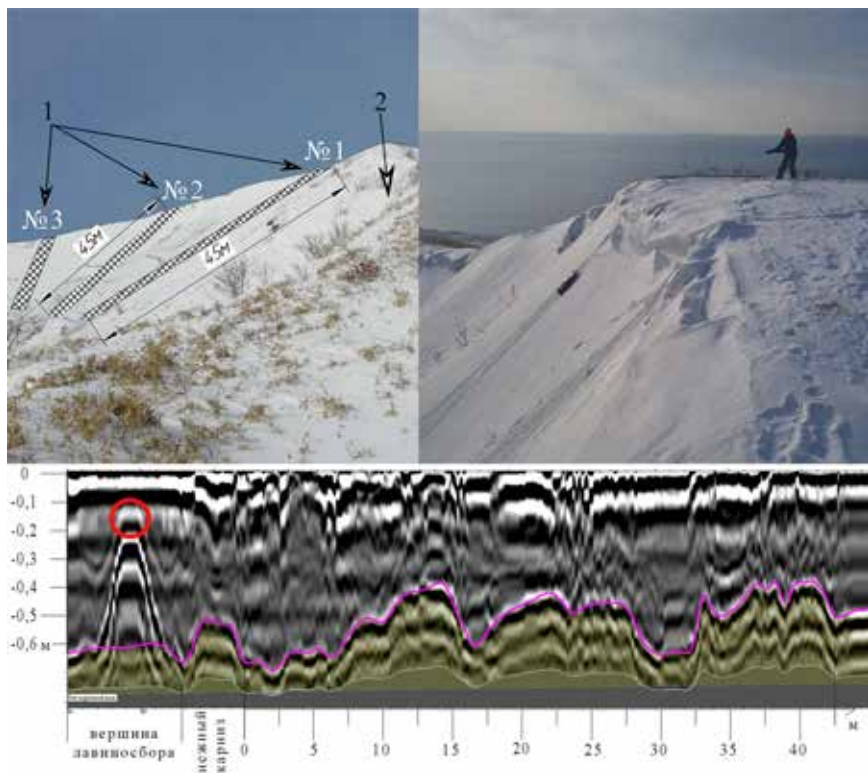


Рис. 1. Место проведения исследования и полученная радарограмма, где 1 – точки начала трасс спуска, 2 – место проведения стратиграфических работ.

Рис. 2. Применение метода георадиолокации для индикации слоев снежной толщи



которые совпали с данными натурных измерений плотности в опорном шурфе.

Для исследования возможности индикации слоев снежной толщи проводились исследования преимущественно на ровных участках. Также использовался георадар ОКО-2 с антенным блоком АБ-1700 [7]. Для этого выкапывалась длинная траншея (рисунок 2), определялось количество слоев, их плотность, текстура и структура, затем вдоль траншеи устанавливались металлические маркеры на границе слоев, что позволило при обработке произвести точную привязку высот слоев снежной толщи на радарограмме (рисунок 3). В результате на радарограмме визуально определяется слоистая структура снега, на протяжении всего участка слои соединяются или расходятся друг с другом, что подтверждается наблюдением специалиста в месте проведения исследования. Количество слоев совпадает с опорным шурфом, полученные значения диэлектриче-

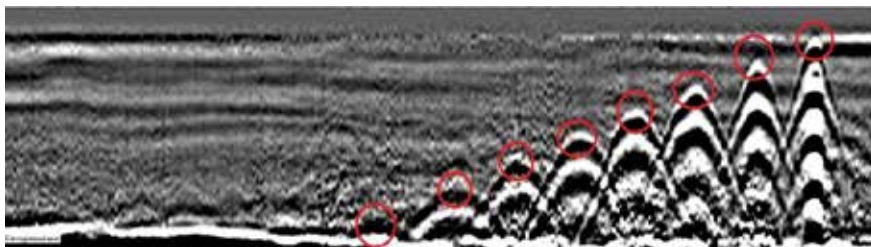


Рис. 3. Радарограмма снежной толщи с установленными на границе слоев металлическими маркерами

ской проницаемости каждого отдельного слоя дает возможность производить дальнейшие расчеты по определению плотности. В силу новизны применения данного метода имеются неточности в определении диэлектрических параметров отдельных слоев и определении слоев без использования маркеров. Но несмотря на это развитие данного направления является перспективным, так как позволяет безопасно и быстро проводить комплексное обследование снежного покрова.

### Литература

1. Рагулина Г.А., Мелвольд Х., Русин И.Н., Салоранта Т.М. Георадарное исследование снежного покрова на горном плато Хардангервидда, Норвегия, в 2008-2011 годах // Вестник СПбГУ. 2013. Сер. 7. Вып. 2. С. 108-118.
2. Василевич И.И., Чернов Р.А. К оценке снегозапасов в русловых врезях методом георадиолокации на территории Арктического региона // Проблемы Арктики и Антарктики. 2018. Т. 64. №1. С. 5-15.
3. Попов С.В., Эберляйн Л. Опыт применения георадара для изучения строения снежно-фирновой толщи и грунта Восточной Антарктиды // Лед и снег. 2014. № 4(128). С. 95-106.
4. Казаков, Н.А. Лавинный режим Восточно-Сахалинских гор. / Н. А. Казаков и др. // Материалы гляциологических исследований. 1999. Вып.87. С. 211–215.
5. Сидоренко А.И. Результаты применения метода георадиолокации для индикации слоев снежной толщи / Сидоренко А.И., Боброва Д.А. // Экологические системы и приборы. 2022. № 9. С. 37–50. DOI 10.25791/esip.9.2022.1318. – EDN PUXEKQ.
6. Сидоренко А.И. Результаты применения метода георадиолокации для оценки объема снега в малых лавиносборах о. Сахалин / Сидоренко А.И., Боброва Д.А. // Экологические системы и приборы. 2023. №6. С. 12–22. DOI: 10.25791/esip.6.2023.1374
7. Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования (георадар) «ОКО-3» Техническое описание, инструкция по эксплуатации ООО «Логические системы» Россия, Московская область 2018 г.