

А. К. Сухвалова¹

Экспериментальная методика применения георадиолокации при проведении геодезических работ в условиях Крайнего Севера

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

*e-mail: anna.sukhvalova@mail.ru

Аннотация. Одним из важнейших приоритетов политики Российской Федерации является развитие Арктического региона. Основным локомотивом данного развития будет раскрытие ресурсного потенциала, заложенного в этих территориях. В связи с этим, будет расти количество территорий, подвергшихся антропогенной нагрузке, а, следовательно, и потребность в исследовательских работах, связанных с проектированием и мониторингом. Дается краткая характеристика района проведения изысканий, рельефа местности и особенностей производства работ при высоком снеговом покрове. Автор обращает внимание на возрастание потребности в оптимизации трудозатрат и совершенствовании методов. Проводится эксперимент с применением геофизического оборудования при производстве геодезических работ в условиях крайнего севера. В следствии этого сделан вывод о том, что применение георадиолокации в масштабных съемках оказалось эффективным.

Ключевые слова: крайний север, георадиолокация, геодезические работы, снежный покров, геофизические изыскания, геофизический прибор

A. K. Sukhvalova¹

Experimental method of application of georadiolocation during geodetic works in the conditions of the far North

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

*e-mail: anna.sukhvalova@mail.ru

Abstract. One of the most important priorities of the Russian Federation's policy is the development of the Arctic region. The main engine of this development will be the disclosure of the resource potential inherent in these territories. In this regard, the number of territories subjected to anthropogenic stress will grow, and, consequently, the need for research related to design and monitoring. A brief description of the survey area, the terrain and the features of the work performed with high snow cover is given. The author draws attention to the increasing need to optimize labor costs and improve methods. An experiment is being conducted with the use of geophysical equipment in the production of geodetic works in the conditions of the far north. As a result, it was concluded that the use of georadiolocation in large-scale surveys turned out to be effective.

Keywords: far North, geo-location, geodetic works, snow cover, geophysical surveys, geophysical instrument

Введение

Объектом исследования является строительство воздушных линий электропередачи в условиях Крайнего Севера. Это включает в себя инфраструктуру, тех-

нические системы, природные ресурсы и территорию, на которой осуществляется строительство.

Исследование проводилось на примере строительства воздушной линии электропередачи 110 кВ в районе города Кайеркан Норильского городского округа Красноярского края.

Климат района резко континентальный, многолетняя мерзлота на территории достигает мощности до 1 км, только под руслами наиболее крупных рек развиты талики. Район работ относится к I Б строительному климатическому подрайону [1]. Основные черты климата в пределах исследуемой территории определяются своеобразной циркуляцией атмосферы над данным районом, расположенным в центральной области евразийского материка, влиянием Северного Ледовитого океана и его морей, а также характером рельефа.

Район работ характеризуется весьма интенсивной техногенной нагрузкой. Это связано с деятельностью горно-металлургических предприятий с очень большой площадью распространения загрязняющего влияния. Основными предприятиями района, воздействующие на экологическую среду, являются Надеждинский металлургический завод (НМЗ), ТИСМА, ТЭЦ-3 и рудник «Кайерканский». Рельеф участка изысканий техногенно изменен и нарушен, в результате интенсивного промышленного освоения региона. Абсолютные отметки изменяются от 78,0 м до 356,0 м.

Изыскиваемый участок находится в области сплошного распространения многолетнемерзлых грунтов, но в процессе освоения и эксплуатации изучаемой территории происходит деградация мерзлоты и, как следствие, формирование техногенных таликов.

Территория района работ относится к Енисей-Путоранскому геокриологическому региону.

Исследуемый регион обладает статусом территории со специальным режимом- где неизбежны перерывы или затруднения, связанные с потерями рабочего времени: экологически вредные территории, режимные предприятия.

Основные проблемы при производстве геодезических работ в районах крайнего севера:

- продолжительный неблагоприятный период для проведения работ (8-9,5 месяцев) с высоким снежным покровом, влияющий на сроки и стоимость выполнения работ;
- необходимость проводить обновление топографической съемки в благоприятный период года, что увеличивает стоимость работ;
- недостаточная геоизученность территории изысканий, сложности, связанные с получением выписки из каталога координат;
- отсутствие сотовой и, периодически, спутниковой связи в труднодоступных участках работ;
- специальная методика закладки геодезических реперов, основанная на полученной от инженеров-геологов информации о глубине оттаивания грунта;
- рефракция воздуха, влияющая на точность проведения геодезических работ.

Целью исследования является разработка алгоритма радиолокационного метода измерения высоты снежного покрова на примере использования геофи-

зического прибора, предназначенного для подповерхностного зондирования и мониторинга непрозрачных сред: льда и снега.

Методы и материалы

Для разработки алгоритма проводились испытания по замеру снегового покрова и толщин льда бесконтактным способом, на основании экспериментальных данных при выполнении инженерно-геодезических работ с применением многофункционального-контрольно-измерительного прибора «Пикор-Лёд». Работы проводились в неблагоприятный период года.

Изучен принцип и технологическая последовательность методики на примере применения БПЛА ПП-50 (рис. 1) с датчиком лидара (для выполнения лазерного сканирования) вместе с георадаром «Пикор-Лед» (рис. 2) (с включенным антенный модулем и GPS-GLONASS модемом).



Рис. 1 - БПЛА ПП-50



Рис. 2 – георадар «Пикор-Лёд» в комбинации с планшетом

Результаты

Проведен анализ топографо-геодезической изученности района работ, выполнение сбора материалов инженерно-геодезических, геофизических и геологических изысканий прошлых лет для определения максимально «типового» участка для данной местности. Определен параметр «диэлектрическая проницаемость среды» для исследуемого участка, произведен подбор автоматического алгоритма и значения порога для определения границ раздела сред.

Полученные результаты камерально обработаны при помощи специализированного программного обеспечения для определения толщины снежного покрова и льда, которое используется в составе контрольно-индикационного прибора «Пикор-Лёд» и позволяет автоматически по радарограмме (рис. 3) вычислять разницу между границами сред воздух-снег-лед-вода и определять толщины данных слоев.

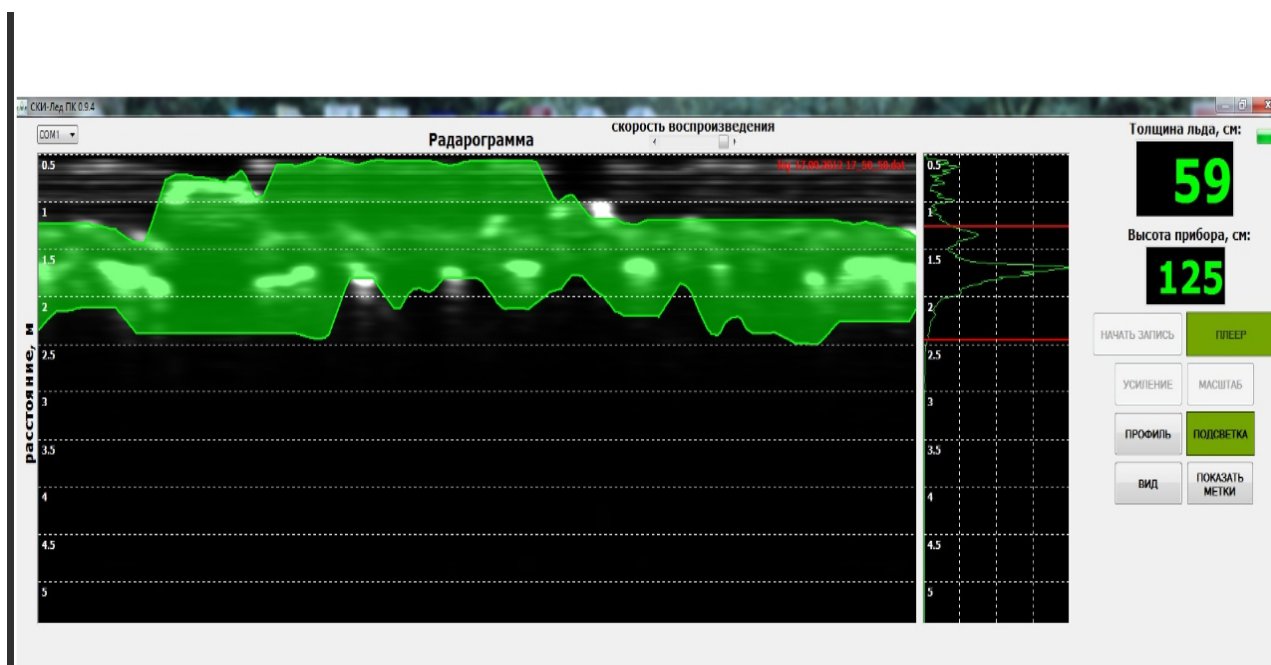


Рис. 3 – пример радарограммы измерений толщины льда

Для калибровки оборудования, получения данных и анализа качества измерений использована программа «МСП-СКИ-Лёд» («Пикор-Лёд»), версия 5.0 [11]. Программное обеспечение прибора позволяет вести измерение и записывать результаты в двух режимах – измерение в точке, либо непрерывное измерение на профиле в движении. Выполнены контрольные измерения традиционным методом (при помощи снегоочистительной техники и реек).

Сравнительный анализ производился путем загрузки данных в ПО «КРЕДО-Топография».

Разработанный алгоритм предполагается использовать для проведения топографической съемки в условиях снежного покрова, свыше 20 см.

Заключение

Анализ топографо-геодезической, геологической и геофизической изученности района работ проводится для определения специфики снегомерных работ. В арктических широтах в этот период температура может опускаться до 30-40 градусов ниже нуля, а также нередки сильные ветра, туман и обильные осадки, что в целом характеризуют погодные условия как сложные. Таким образом, повышается необходимость рационального использования временных ресурсов при проведении работ. Проводить измерения в таких условиях руководствуясь традиционными методами может быть чрезвычайно трудоемко. Одним из решений, обозначенных выше сложностей в выполнении геодезических работ при высоком снеговом покрове, является использование описанного в статье алгоритма использования радиолокационных методов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99*;
2. Руководство по эксплуатации многофункционального контрольно-индикационного прибора Пикор-Лед, Москва, 2023, ООО «ЭСТРА»;
3. Использование радиолокационных методов при проведении снегомерных работ, Васильевич И.И. Отдел гидрологии устьев рек и водных ресурсов «ААНИИ»;
4. Журнал «Первая миля» №39 2013г., Пикор-Лёд: российская СШП-технология.
5. Применение георадиолокации при проведении снегомерных и ледемерных работ. И.И. Васильевич, ФГБУ «ААНИИ», Санкт-Петербург, Россия
6. Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года: постановление Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. N 366 г. // Рос. газ.– 2014.–24 апр.
7. Многофункциональный контрольно-индикационный прибор «Пикор-Лёд». Руководство по эксплуатации.–М.: ООО ФПК «Эстра», 2016
8. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.3, ч.I. Метеорологические наблюдения на станциях.–Л.: Гидрометеиздат, 1985;
9. Отчеты по результатам анализа записей, сделанных сотрудниками отдела гидрометеорологии моря ФГБУ «Северное УГМС» с помощью прибора Пикор-Лёд;
10. Васильевич И.И., Чернов Р.А. К оценке снегозапасов в русловых врезках методом георадиолокации на территории Арктического региона. Проблемы Арктики и Антарктики. 2018;64(1):5-15. <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2018-64-1-5-15>;
11. «МСР-СКИ-Лёд» («Пикор-Лёд»), версия 5.0 (свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2012616215).

© А. К. Сухвалова, 2025