

УДК 550.8

ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБВАЛЬНО-ВЗРЫВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АВАЧИНСКОГО ВУЛКАНА НА БЕРЕГУ БУХТЫ МОХОВАЯ (КАМЧАТКА)

В.Ю. Павлова^{1,2}, И.Ф. Делемень^{1,2}

¹*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683006;*

e-mail: sacura17041988@mail.ru, delemen@kscnet.ru

²*Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга,
Петропавловск-Камчатский*

В работе представлены результаты георадиолокационных исследований на берегу бухты Моховая, которые выполнялись с целью выявления особенностей строения приповерхностной части обвално-взрывных рыхлых отложений Древнего Авачинского вулкана с привлечением результатов буровых работ.

Введение

Северная часть города Петропавловска-Камчатского и населенные пункты между крайним центром и г. Елизово расположены на лавинных отложениях обвално-взрывного происхождения, сформировавшихся в конце плейстоцена при разрушении постройки Древнего Авачинского вулкана (рис. 1). Значительные объем ($16 - 20 \text{ км}^3$), высота скатывания H ($> 3 \text{ км}$) и длина пробега L (около 30 км) при обычном для таких обломочных лавин значении отношения $H/L = \sim 0,10$ вызывают большой интерес к исследованию их строения и состава. Хотя эти отложения достаточно хорошо изучены (работы И.В. Мелекесцева, В.В. Пономаревой, О.В. Дирксена и др.), однако имеется ряд нерешенных вопросов, в том числе вопрос о пространственном распределении различных литологических типов отложений, слагающих холмы и западины на поверхности лавины. Помимо теоретического значения (уточнение генетических особенностей формирования отложений), решение этого вопроса имеет важное практическое значение, т.к. определяет планировочные ограничения в размещении зданий и сооружений.

Исследования проведены на берегу бухты Моховая (рис. 2, 3).

Метод исследования

Георадиолокационное исследование проведено с помощью георадара «ОКО-250», разработанного в НИИ приборостроения им. В.В. Тихомирова с центральной частотой 250 МГц (разрешающая способность $0,25 \text{ м}$) [1]. Использование этого метода позволило получить представление о строении приповерхностной толщи отложений до глубины 6 м .

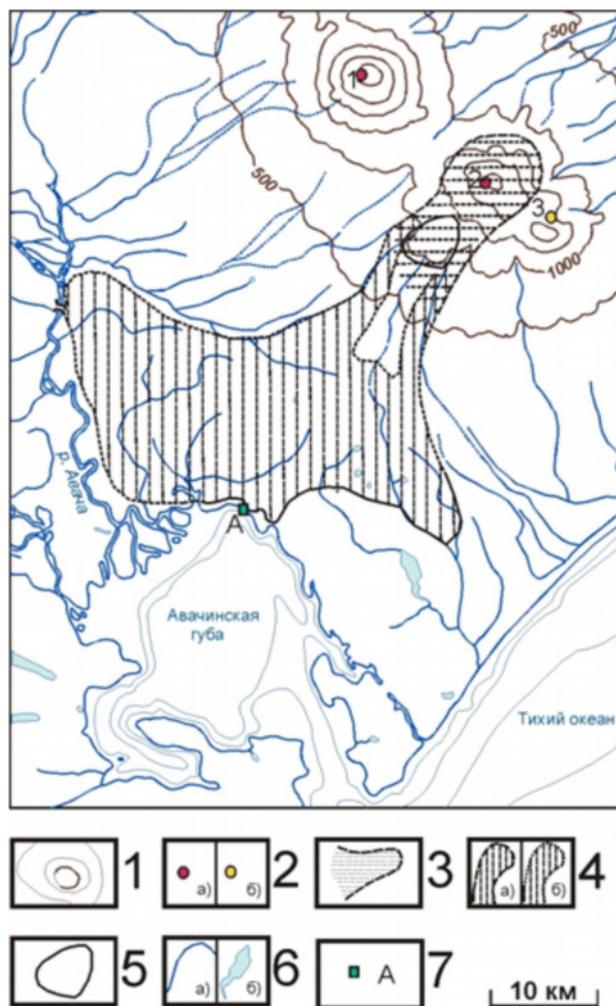


Рис. 1. Схема площадного распространения обвално-взрывных отложений Древнего Авачинского вулкана.

Условные обозначения: 1 – рельеф Авачинско-Корякской группы вулканов (1 – Корякский вулкан, 2 – Авачинский вулкан, 3 – Козельский вулкан); 2 – кратеры вулканов действующих (а) и угасших (б); 3 – обвално-взрывной кратер Древнего Авачинского вулкана; 4 – обвално-взрывные отложения Древнего Авачинского вулкана, выходящие на поверхность (а) и перекрытые более молодыми рыхлыми отложениями (б); 5 – скальный оползень, сползший при обрушении вершины Древнего Авачинского вулкана; 6 – изобаты, реки (а) и озёра (б); 7 – границы площадки детальных работ.

Результаты и их обсуждение

Профиль 1 (протяженность 120 м) (рис. 4): На рисунке 5 проведено сопоставление георадиолокационного разреза по профилю 1 со скважинами №1777 (пробурена 16.01.2015)¹ и 1776 (пробурена 16.01.2015), что позволяет говорить о геологической интерпретации радарограммы².

До глубины 1,20 м, мощностью 1,20 м залегает насыпной грунт (дресва, щебень, глыбы) с песчаным заполнителем, уплотненный. К концу профиля (120 м) мощность этих отложений увеличивается до глубины 4,60 м. Возраст и генезис пород – Q_{4t}. На радарограмме отмечается в виде горизонтального расположения осей синфазности. На глубине 1,50 м – грунтовые

¹Эта скважина и все последующие, приведенные в статье, пробурены ИП «А.Е. Караваев» по заказу ООО «Красноярск».

²Радарограмма - волновая картина, совокупность трасс вдоль профиля съемки, протяженные по глубине оси синфазности отраженного сигнала, белые (отрицательные полуволны) и черные (положительные полуволны).

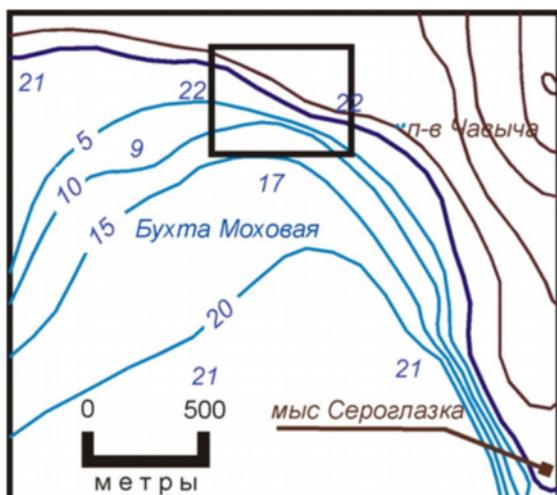


Рис. 2. Расположение площадки детальных исследований на берегу бухты Моховая.

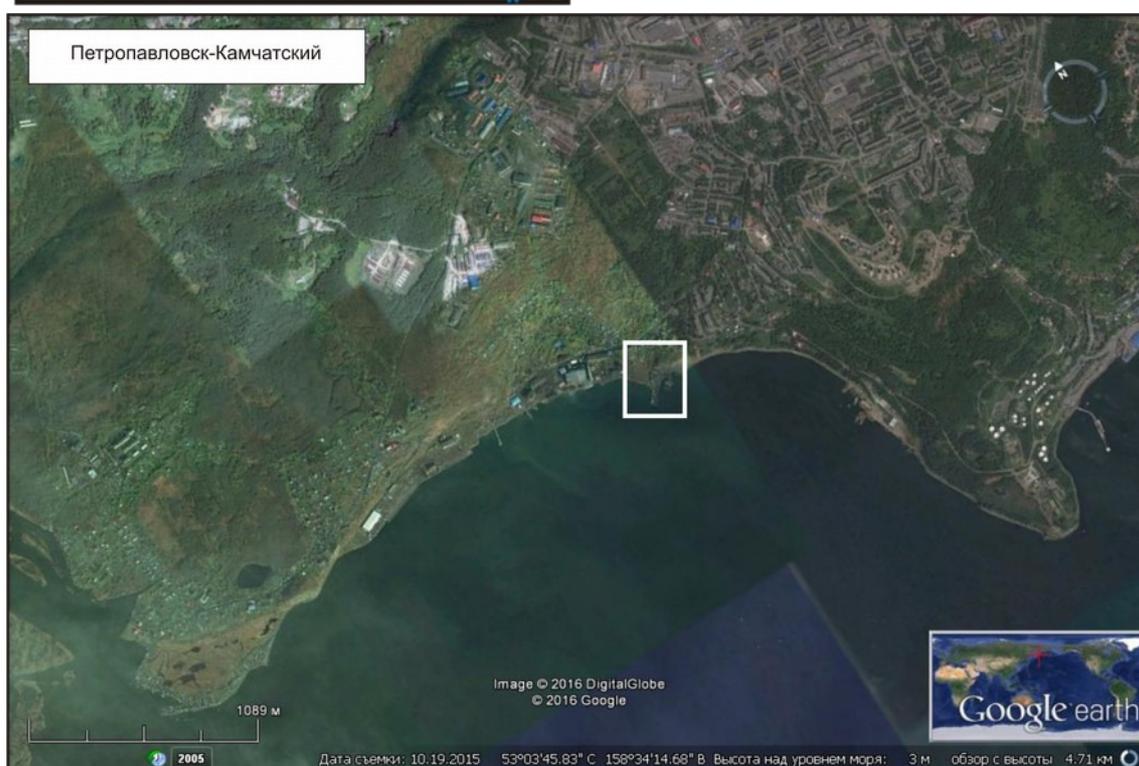


Рис. 3. Общая схема расположения района исследований (космический снимок Image Landsat, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO www.earth.google).

воды. К концу профиля (120 м) уровень грунтовых вод наблюдается на глубине 2,50 м. Следующий слой, до глубины 4,70 м, мощностью 3,50 – торф слабо разложившийся, светло-коричневого цвета, водонасыщенный. Возраст и генезис пород – Q_{4b}. Водонасыщенность данного слоя на радарограмме отмечается в виде затухания отраженных волн. Далее, до глубины 10,50 м, мощностью 5,80 залегает щебенистый грунт, мощность его на в конце профиля увеличивается до 9,20 м, заполнитель – песок пылеватый (15-20 %), маловлажный, с включениями глыб (15-20 %). Возраст и генезис пород – Q_{4el}. До глубины 16 м, мощностью 5,50 м



Рис. 4. Детальная схема района работ (космический снимок Image Landsat, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO www.earth.google). Условные обозначения: 1-2 – георадиолокационный профиль 1; 3-4 – георадиолокационный профиль 2; 5-6 – георадиолокационный профиль 3; 7-8 – георадиолокационный профиль 4; 9-10 – георадиолокационный профиль 5; скв.№1778 и т.п. – скважина и ее номер.

обнаружен скальный грунт – сильно трещиноватый, выветрелый, средней прочности, неразмягчаемый. Возраст и генезис пород – N_2-Q_{2-3} . Стоит отметить по данным скважины №1776, до глубины 5,90 м, мощностью 1,30 залегает гравийный грунт, заполнитель – песок средней крупности 30 – 35 %, серого цвета, водонасыщенный. Возраст и генезис пород – Q_{4m-al} .

Профиль 2 (протяженностью 120 м) (рис. 4): На рисунке 6 проведено сопоставление георадиолокационного разреза по профилю 2 со скважиной №1776. На поверхности залегает насыпной щебенистый грунт (песок, дресва, щебень) с супесчаным заполнителем, уплотненный.

Профиль 3 (протяженностью 120 м) (рис. 4): На рисунке 7 проведено сопоставление георадиолокационного разреза по профилю 3 со скважинами №17590 (пробурена 29.07.1981) и 87001 (пробурена 06.01.1987).

До глубины 7,00 м, мощностью 7,00 м залегает насыпной грунт – валуны андезита с песком до 5%. Возраст и генезис пород – Q_{4t} . Данный слой на радарограмме выделяется только до около 2,5 м. На глубине 1,50 м – грунтовые воды. Следующий слой, до глубины 15,00 м, мощностью 8,00 – щебенистый грунт с супесью желтой, твердой, с глыбами андезитов и

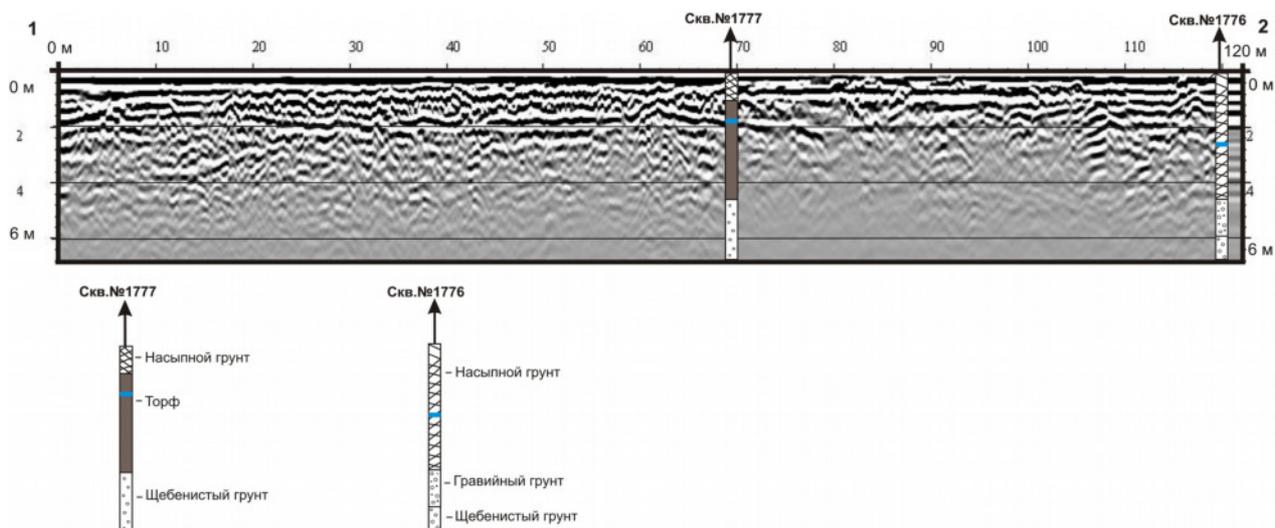


Рис. 5. Георадиолокационный профиль 1. Условные обозначения: цифры 1 и 2 – направление профиля (смотрите рис. 4); горизонтальная шкала 0 – 120 м – расстояние в метрах; вертикальная шкала 0 – 6 м – глубина в метрах; скв.№1777 и 1776 – номера скважин (смотрите пояснения в тексте).

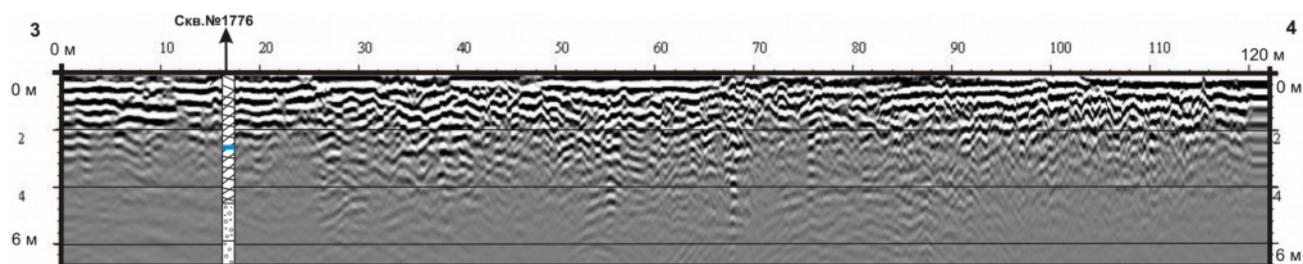


Рис. 6. Георадиолокационный профиль 2. Условные обозначения: цифры 3 и 4 – направление профиля (смотрите рис. 4); горизонтальная шкала 0 – 120 м – расстояние в метрах; вертикальная шкала 0 – 6 м – глубина в метрах; скв.№1776 – номер скважины (смотрите пояснения в тексте).

кремнистых сланцев размером 0,3 – 0,4 м. Возраст и генезис пород – K_2e-d . На расстоянии около 100 м до глубины 6,20 м, мощностью 6,20 м залегает насыпной щебенистый грунт с супесью, 15 – 30 %, с отдельными глыбами пород. С глубины 0,9 м грунт водонасыщенный. Возраст и генезис пород – Q_4t . На глубине 0,90 м – грунтовые воды. Следующий слой, до глубины 7,40 м, мощностью 1,20 – насыпной щебенистый грунт с отдельными глыбами пород, с прослоями ила суглинистого и песка мелкого. Возраст и генезис пород – Q_4t . Далее, до глубины 10,20 м, мощностью 2,80 залегает песок пылеватый, заиленный, водонасыщенный. Возраст и генезис пород – Q_4m . До глубины 13,20 м, мощностью 3,00 м обнаружен крупноглыбовый грунт с супесью 10%, с включениями щебня и дресвы. Возраст и генезис пород – K_2e .

Профиль 4 (протяженностью 65 м) (рис. 4): На рисунке 8 проведено сопоставление георадиолокационного разреза по профилю 4 со скважиной №87003 (пробурена 09.01.1987).

До глубины 4,80 м, мощностью 4,80 м залегает насыпной щебенистый грунт – щебень, металл, мусор. Грунт перемешан с морскими отложениями. Возраст и генезис пород – Q_4t . На

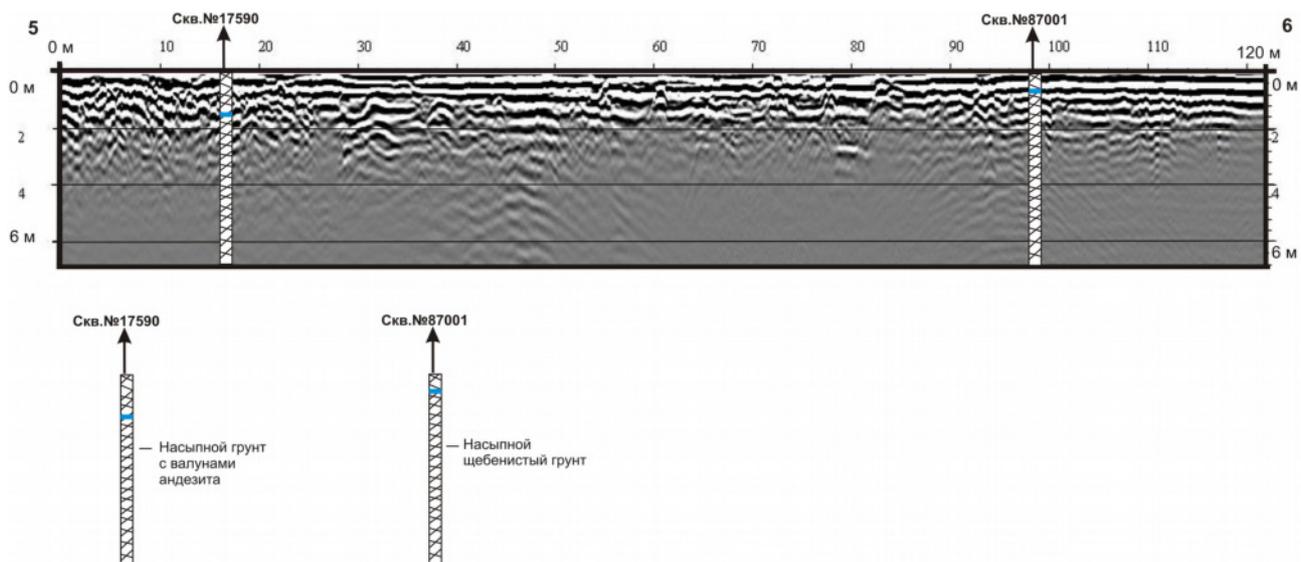


Рис. 7. Георадиолокационный профиль 3. Условные обозначения: цифры 5 и 6 – направление профиля (смотрите рис. 4); горизонтальная шкала 0 – 120 м – расстояние в метрах; вертикальная шкала 0 – 6 м – глубина в метрах; скв.№17590 и 87001 – номера скважин (смотрите пояснения в тексте).

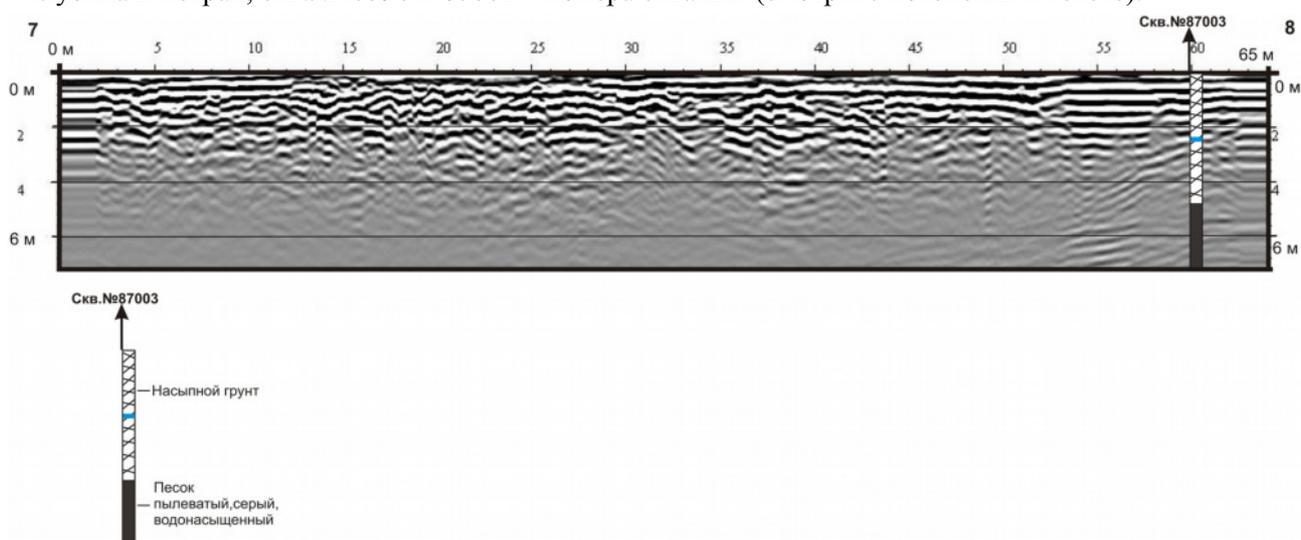


Рис. 8. Георадиолокационный профиль 4. Условные обозначения: цифры 7 и 8 – направление профиля (смотрите рис. 4); горизонтальная шкала 0 – 65 м – расстояние в метрах; вертикальная шкала 0 – 6 м – глубина в метрах; скв.№87003 – номер скважины (смотрите пояснения в тексте).

глубине 2,80 м – грунтовые воды. Следующий слой, до глубины 7,50 м, мощностью 2,70 – песок пылеватый, серый, водонасыщенный. Возраст и генезис пород – Q₄m. До глубины 16,50 м, мощностью 10,00 м обнаружен дровяный грунт с прослоями суглинка. Возраст и генезис пород – K₂e.

Профиль 5 (протяженностью 23 м) (рис. 4): На рисунке 9 проведено сопоставление георадиолокационного разреза по профилю 5 со скважинами №1778 (пробурена 16.01.2015).

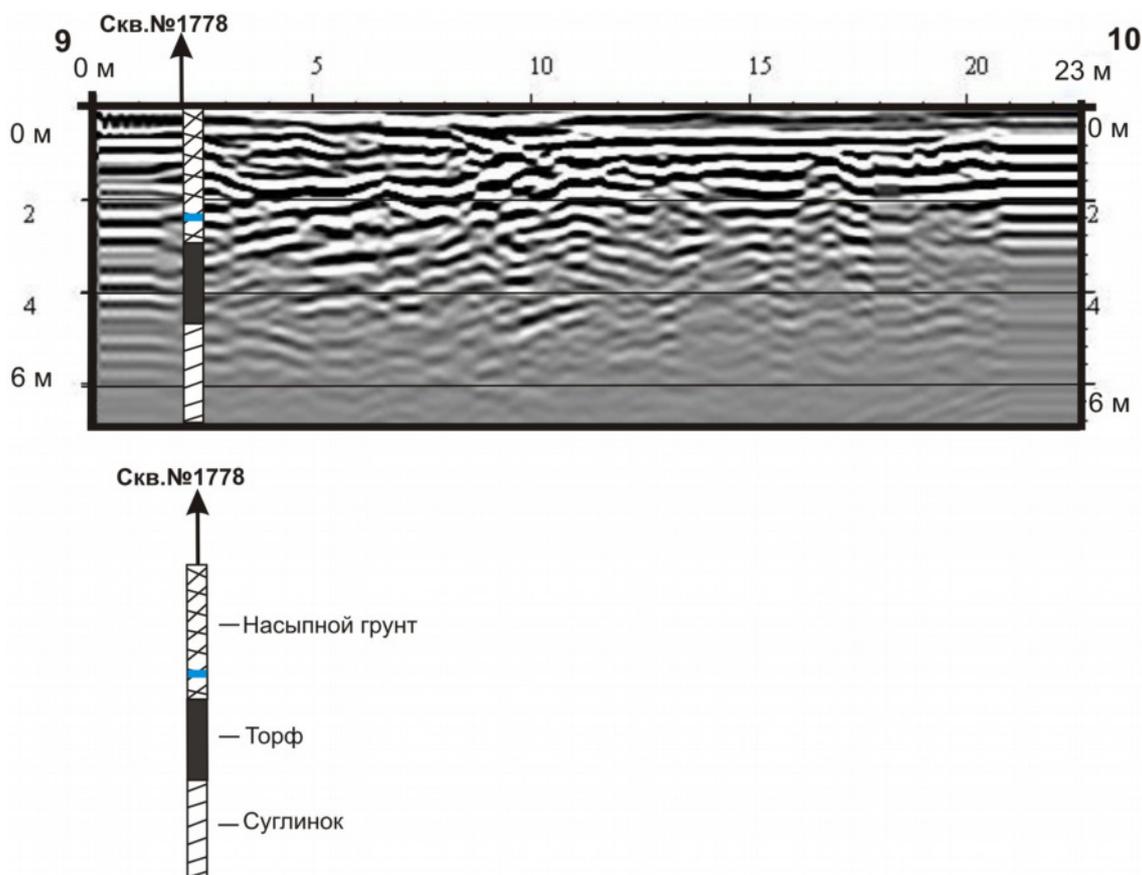


Рис. 9. Георадиолокационный профиль 5. Условные обозначения: цифры 9 и 10 – направление профиля (смотрите рис. 4); горизонтальная шкала 0 – 23 м – расстояние в метрах; вертикальная шкала 0 – 6 м – глубина в метрах; скв.№1778 – номер скважины (смотрите пояснения в тексте).

До глубины 3,00 м, мощностью 3,00 м залегает насыпной грунт (дресва, щебень, глыбы) с песчаным заполнителем, уплотненный. Возраст и генезис пород – Q_{4t}. На глубине 2,50 м – грунтовые воды. Следующий слой, до глубины 4,60 м, мощностью 1,60 – торф слабо разложившийся, светло-коричневого цвета, водонасыщенный. Возраст и генезис пород – Q_{4b}. До глубины 7,80 м, мощностью 1,30 м находится суглинок мягкопластичный, слабо заторфованный, светло-коричневого цвета. Возраст и генезис пород – Q_{4a1}. До глубины 7,80 м, мощностью 1,30 м – гравийный грунт, с включениями валунов (5-10 %), заполнитель – песок средней крупности 30 – 35 %, серого цвета, водонасыщенный. Возраст и генезис пород – Q_{4m-a1}. Далее, до глубины 11,80 м, мощностью 4,00 залегает щебенистый грунт, заполнитель – песок пылеватый (15-20 %), маловлажный, с включениями глыб (15-20 %). Возраст и генезис пород – Q_{4e1}. До глубины 16 м, мощностью 5,00 м обнаружен скальный грунт – сильно трещиноватый, выветрелый, средней прочности, неразмягчаемый. Возраст и генезис пород – N₂-Q₂₋₃.

Вывод

Практически повсеместно рассматриваемые отложения перекрыты чехлом (мощностью от 0,5 до около 10 м) более молодых четвертичных отложений, которые хорошо выделяются на радарограммах. В строении западин участвуют преимущественно дресвяно-щебенистые отложения с включением отдельных глыб. В долине ручьев обнажились отложения торфа.

Исследования выполнены по теме 1 Программы ФНИ государственных академий наук на 2014-2016 гг. по направлению исследований в части 67 «Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем» (ИВиС ДВО РАН) и при финансовой поддержке Минобрнауки России, в рамках программы стратегического развития ФГБУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» на 2012 – 2016 г.

Список литературы

1. *Владов М.Л., Старовойтов А.В.* Введение в георадиолокацию. М.: МГУ, 2004. 153 с.