

1 Введение

Инженерно - геофизические изыскания в районе железнодорожного моста на реке Абакан на перегоне Камышта - Алюминиевый выполнены ООО «КБ Электрометрии».

Обследуемый участок расположен в 100 метрах ниже по течению реки Абакан от железнодорожного моста в Республике Хакасия Красноярского края РФ, поскольку сильное течение и лежащий в воде упавший пролет моста не позволяют провести измерения ближе к самому мостовому переходу.

Для решения поставленных задач в соответствии с программой работ на проектируемом участке выполнены следующие виды и объемы работ:

- рекогносцировка участка с целью изучения природных и техногенных условий и условий производства работ – 1,5 км;
- электроразведочные работы: электротомография 2D на 4 профилях в 24-х электродном варианте с шагом 5 метров и 2 профилях в 32-х электродном варианте с шагом 5 метров (достигнуто смещением геоэлектрической косы по профилю на 8 электродов). Общая протяженность профилей 920 метров;
- геодезическая привязка профилей в плане с применением GPS навигации общей протяженностью 920 метров.

Общий объем полевых работ: 142 точки вертикального электрического зондирования, 22 точки GPS наблюдений.

Полевые и камеральные работы выполнены в 2011 г. В результате работ была получена геолого-геофизическая модель верхней части разреза в районе ЖД моста через р. Абакан.

Камеральная обработка осуществлена в соответствии с действующими нормативными документами СП-II-105-97, РСН 64-87.

2 Изученность инженерно-геологических условий

Ранее в пределах обследуемого участка ООО «КБ Электрометрии» изыскания не выполнялись. В 1997г. АО «Ленгидропроект» выполнено техническое заключение по железнодорожному мосту через р. Абакан на линии Камышта - Означенное. В отчете представлены геологические разрезы и таблицы гранулометрического состава гравийно-галечникового материала и глубины кровли элювия коренных пород по линии мостового перехода. По данным геологического обследования кровля элювия коренных пород представлена алевrolитами и аргиллитами различной степени выветрелости - от песчаных глин тугопластичной консистенции, сохранивших слоистую структуру материнских пород, до крепких, малотрещиноватых. Мощность прослоев крепких пород достигает 0,2-0,4 м. Глубина подошвы галечниковых отложений варьируется от 4,1 до 10 метров и имеет тенденцию к увеличению по направлению к правому берегу реки.

3 Физико-географические условия

Река Абакан, левый приток реки Енисей, берет свое начало с гор, расположенных между хребтами Западных Саян и Кузнецкого Алатау. Общая длина реки 512 км от истоков до створа перехода 415 км. Площадь всего бассейна реки 32200 кв. км, до перехода 26300 кв. км. Общее падение реки от истоков до устья 1200 -1300 м в среднем 2.5 метра на километр. На участке перехода ширина поймы реки 5-6 км. Река разветвляется на ряд проток. Русло проток очень неустойчиво, рельеф дна меняется после каждого паводка, перекаты и плёсы передвигаются до 50-100 м в год, русла мелких проток заносятся и промываются новые. Многочисленные протоки образуют большое количество островов длиной до 5 км и шириной до 2,5 км. Острова и пойма плоские, высотой до 3 м над меженным уровнем воды, сложены аллювием, покрыты луговой растительностью, кустарником и отдельно стоящими деревьями. В высокую воду острова заливаются. На правом берегу в 2 км выше мостового перехода берет начало Кайбальская оросительная система с расходом 20 м/с. Для защиты головного участка оросительного канала от заноса галечником в период весенних паводков, правобережная пойма на всем протяжении от оголовка до створа железной дороги перекрыта оградительной дамбой.

4 Описание участка

Створ железнодорожного моста пересекает р. Абакан на расстоянии 97 км от ее устья. Общая ширина пойм в створе около 6 км. Ширина главного русла в межень до 210 метров, глубина до 1,5 метров. Бровка берега возвышена над меженью до 2 метров. Ширина правой поймы 2,1 км, левой 3,6 км. На месте перехода русло делится островом на два рукава. Большая часть водотока в межень обходит остров справа. Весенний ледоход обычно совпадает с первым весенним паводком и начинается в период с 4.04 по 13.05. После прохождения весеннего паводка обычно происходит спад уровней. Максимальные уровни воды наблюдаются с 1.05 - 11.05 при втором подъеме. Пик паводка продолжается 3 - 5 дней. При совпадении интенсивного таяния снегов в горах и обложных дождей на больших площадях водосбора, паводки особенно большие и бурные вызывают значительные деформации русла и несут большой карчеход (1916, 1924, 1936, 1941, 1954, 1962 г.г.). После прохождения максимума расхода воды начинается меженный спад, нарушаемый несколькими пиками дождевых паводков. В конце сентября начинается равномерный спад уровней, продолжающийся вплоть до ледостава. Минимальные уровни наблюдаются в среднем с 13 сентября.



Рис.1 Космический снимок места работ с отмеченными профилями

5 Геологическое строение

Долина р. Абакан в месте перехода симметричная, выполненная аллювиальными отложениями. Борта долины крутые и представлены с левой стороны предгорьями Салаирской структуры Кузнецкого Алатау, с правобережной стороны коренным склоном Кирбинской возвышенности. Дно реки слагают коренные породы песчано-глинистого состава, выветрелые до состояния глин, сохранивших материнскую структуру и прикрытые в русле галечниковыми отложениями мощностью 4-5 м. Четвертичные породы представлены аллювиальными отложениями р. Абакан. Распространены они на пойме и в русле реки. Это преимущественно гравийно-галечниковые грунты с редким включением валунов. Общая мощность аллювия в районе перехода не превышает 10м. Гравий и галька хорошо окатанные, различного петрографического состава. Преобладают осадочно-метаморфические породы. Заполнитель песчано-глинистый. Залегают породы моноклинально с небольшим углом падения (до 10 градусов). Толща коренных пород сложена алевролитами, мелкозернистым песчаником и аргиллитами. На участке мостового перехода коренные породы выветрелые до состояния глин тугопластичных и твердых, слоистых сохранивших реликтовую структуру материнских пород. В общей зоне выветривания содержатся прослойки крепких алевролитов и аргиллитов. Мощность таких прослоек может достигать 0,4 м. В гидрогеологическом отношении Минусинская котловина входит в состав Саяно-Алтайского гидрогеологического массива и представляет собой сложный бассейн. На участке перехода кроме р. Абакан имеют место грунтовая вода аллювиальных отложений и трещинные воды отложений верхне-минусинской свиты. Обводненность коренных пород не одинакова и зависит от литологического состава, степени выветрелости и трещиноватости. Удельный дебит трещинных вод незначителен. Коэффициент фильтрации 2-3 м\сутки. Коэффициент фильтрации гравийно-галечникового грунта равен 50-80 м\сутки.

5 Методика выполнения инженерно-геофизических изысканий

Работы методом ВЭЗ в модификации двумерной томографии выполнены по 6 профилям. В связи с тем, что течение реки быстрое, произвести замеры вдоль всей оси перехода не представлялось возможным. Из-за этого измерения производились по ортогональным направлениям. На острове, разделяющем протоки, профиль шел параллельно мостовому переходу, в местах где мешало течение, делались профили, ортогональные к переходу расщели. Таким образом, общая длина измеренных профилей составляет 920 метров.

Каждый профиль наблюдений для ВЭЗ включал в себя следующие работы:

- привязка крайних точек профиля и его центра на местности;
- транспортировка оборудования в центр профиля;
- размотка 24-хэлектродного кабеля между крайними точками профиля;
- обустройство 24 точек заземления электродами;
- обеспечение электрического контакта между электродами и контактными площадками кабелей соединительными проводами;
- подключение кабелей к электроразведочной аппаратуре;
- отработка проверки сопротивлений заземлений и корректировка заземлений;
- проведение измерений установкой Шлюмберже в автоматическом режиме;
- ликвидация профиля.

Характеристики измеряемых величин отслеживались оператором во время работы. По мере необходимости вносились поправки в настройки генератора и измерителя аппаратуры. Вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ) в модификации двумерной томографии применены в соответствии с СП 11-105-97 ч.VI; РСН 64-87.

6 Обработка и интерпретация данных геофизических изысканий

Обработка и инверсия данных ВЭЗ выполнялась с помощью программ SKILL TOOLS (ИНГГ СО РАН), RES2DINV (Geotomo Software). Итоговая визуализация разрезов выполнялась с помощью программы Surfer (Golden Software).

Результаты в виде двумерных геоэлектрических разрезов по всем профилям приведены в Приложении 1.

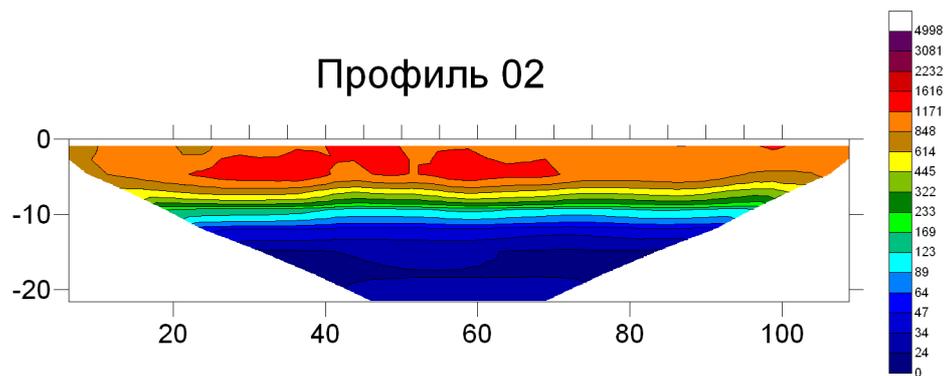
При рассмотрении результатов двумерной инверсии (Приложение 1) нужно принимать во внимание, что, хотя система наблюдений в плане представляет собой бесконечно тонкий отрезок длиной 115 м, плотность тока падает при удалении от этого отрезка с конечным градиентом. Поэтому на результат измерения оказывают влияние объекты, находящиеся за пределами профиля. Этим влиянием можно пренебречь в случае изучения среды, не имеющей выраженных трехмерных неоднородностей (в том числе горизонтально-слоистой). При интерпретации данных ВЭЗ нами было замечено, что верхняя часть разреза имеет более высокое удельное электрическое сопротивление (УЭС), чем нижняя часть разреза. Эту особенность можно объяснить тем, что вода в реке талая и имеет низкую минерализацию и при том, что согласно данным гидрогеологических исследований, фильтрация в аллювиальных отложениях высокая и следовательно, при проникновении в поры раствор не успевает набрать достаточное количество минеральных добавок для уменьшения УЭС. Вода же в элювии коренных пород имеет низкий коэффициент фильтрации и соответственно успевает минерализоваться и глинизироваться, что и приводит к низкому УЭС в нижней части разреза.

На рис.1 названия профилей помещены около концов профилей.

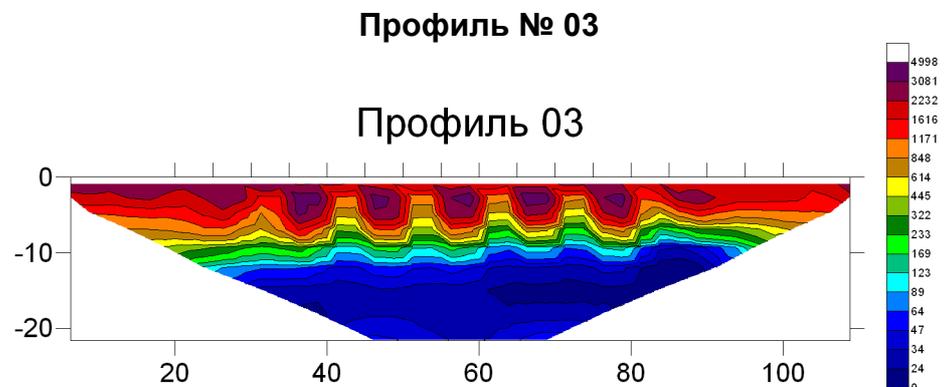
Профиль № 01

Профиль расположен вдоль левого берега и заканчивается около аварийного моста. На геоэлектрическом разрезе можно увидеть, что на интервале 98-120 метров профиля наблюдается прогиб в пластах пластов с низким УЭС. Это можно объяснить зоной повышенной фильтрации или наличием провала заполненного аллювиальными отложениями. В месте самого перехода среда является горизонтально - слоистой без дизъюнктивных нарушений. На конце профиля согласно данным бурения глубина кровли элювиальных пород составляет 10 м. В целом по профилю глубины кровли элювиальных отложений варьируются в диапазоне от 5 до 10 м, а под осью мостового перехода составляют 7 метров.

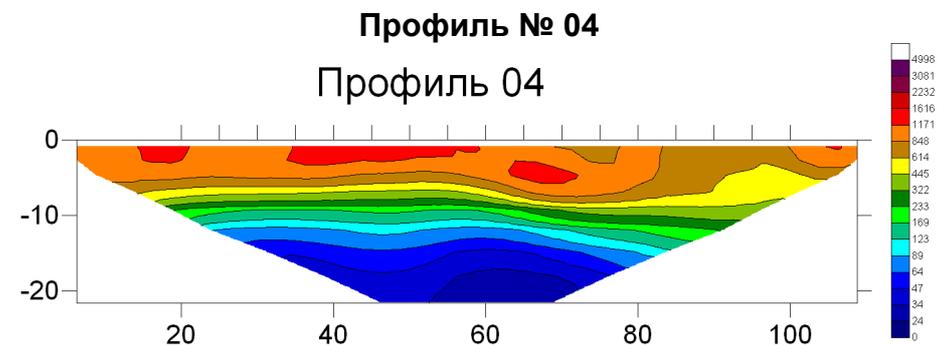
Профиль № 02



Профиль расположен на острове, вдоль правого берега левой протоки. По данным геоэлектрического разреза имеется однородное горизонтально-слоистое строение с моноклинальным уклоном согласно течению реки. Глубина кровли элювиальных отложений варьируется в пределах от 4,5 до 7 метров и в районе мостового перехода составляет 5,5 м.



Профиль расположен в центре острова ортогонально мостовому переходу. По данным геоэлектрического разреза имеет однородное горизонтально-слоистое строение с прогибами кровли коренных пород на начале и конце профиля. Глубина кровли элювиальных отложений варьируется в пределах от 5 -11 метров и в районе мостового перехода составляет 5 м.

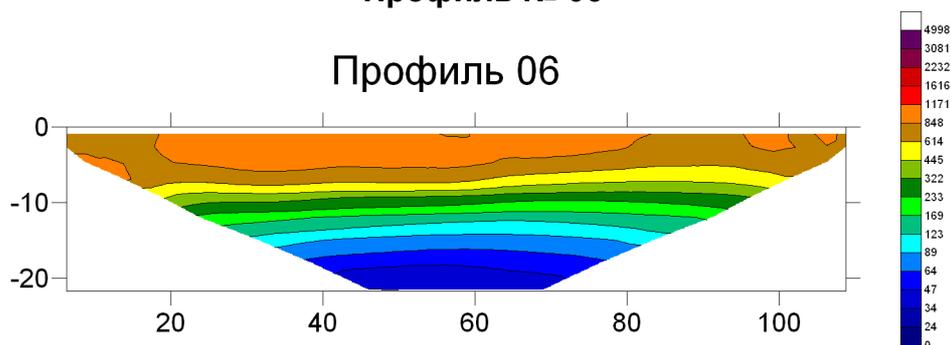


Профиль расположен на острове, вдоль левого берега правой протоки. По данным геоэлектрического разреза имеет однородное горизонтально-слоистое строение с небольшим прогибом в интервале 60-80 метров. Глубина кровли элювиальных отложений варьируется в пределах от 5 до 8 метров и в районе мостового перехода составляет 5 м.

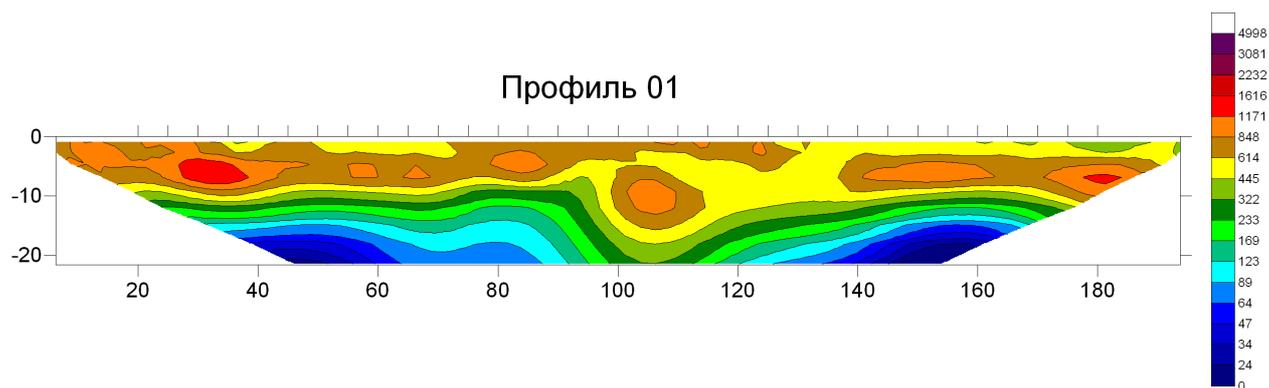
Профиль № 05

Профиль расположен параллельно оси мостового перехода на острове. По данным геоэлектрического разреза можно увидеть, что в интервале 80-100 метров профиля наблюдается зона повышенного УЭС в толще коренных пород. С учетом того, что граница относительно данной зоны имеет наклоны в разные стороны, то можно предполагать, что на этом месте находится дизъюнктивное нарушение. Глубина кровли элювиальных отложений варьируется в пределах от 4,5 до 8 метров.

Профиль № 06



Профиль расположен вдоль правого берега правой протоки. По данным геоэлектрического разреза имеет однородное горизонтально-слоистое строение с моноклинальным уклоном согласно течению реки. Глубина кровли элювиальных отложений варьируется в пределах от 4 до 8 метров и в районе мостового перехода составляет 7 м.



Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что исследуемый объект имеет однородную структуру в пределах изученного участка. На разрезах хорошо различается граница наносных галечниковых отложений и коры выветривания коренных пород. Так же выделяется неоднородность, скорее всего приуроченная к зоне дизъюнктивного нарушения. Судя по космическим картам реки, она имеет много участков, имеющих ориентацию С-Ю. Значит и разломная структура может иметь направление С-Ю, или примерно вдоль направления берегов р. Абакан в месте проведения измерений. Таким образом, разломная структура может находиться между 3 и 5 опорой мостового перехода. На участке от 3-ей до 5-ой опоры возможно наличие проблемных участков – понижений кровли, линз, дизъюнктивных нарушений. Поэтому рекомендуется провести исследования для получения полных физико-механических характеристик грунтов в этой зоне.