Росинжиниринг

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОСИНЖИНИРИНГ»

Росинжиниринг Проект

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«РОСИНЖИНИРИНГ ПРОЕКТ»

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТА «СОВМЕЩЕННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ЛЫЖНЫМ ГОНКАМ И БИАТЛОНУ, ГОРНАЯ ОЛИМПИЙСКАЯ ДЕРЕВНЯ (1100 МЕСТ), ПОДЪЕЗДНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА, ХРЕБЕТ ПСЕХАКО (ПРОЕКТНЫЕ И ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, СТРОИТЕЛЬСТВО). ШЕСТОЙ ЭТАП СТРОИТЕЛЬСТВА. ПОДЪЕЗДНЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ (1-2 ЭТАПЫ)

КНИГА 19. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА, ТЕКСТОВЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Санкт-Петербург
2017

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОСИНЖИНИРИНГ»

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«РОСИНЖИНИРИНГ ПРОЕКТ»

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТА «СОВМЕЩЕННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ЛЫЖНЫМ ГОНКАМ И БИАТЛОНУ, ГОРНАЯ ОЛИМПИЙСКАЯ ДЕРЕВНЯ (1100 МЕСТ), ПОДЪЕЗДНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА, ХРЕБЕТ ПСЕХАКО (ПРОЕКТНЫЕ И ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, СТРОИТЕЛЬСТВО). ШЕСТОЙ ЭТАП СТРОИТЕЛЬСТВА. ПОДЪЕЗДНЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ (1-2 ЭТАПЫ)

КНИГА 19. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА, ТЕКСТОВЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

От АО «РОСИНЖИНИРИНГ»:

Генеральный директор Д.Б. Швайко

От ООО «Росинжиниринг Проект»:

Генеральный директор И.В. Жолобов

Главный инженер проекта Р.А. Белов

Санкт-Петербург
2017

ООО «АК «АэроТех»

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «АК «АЭРОТЕХ»

«АС «AirspaceTech»

Свидетельство №01-И-№1806-1 от 18.10.2011 г.

Заказчик – ООО "Росинжиниринг Проект"

Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги»

Проектная документация

Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий (1-2 этапы)

108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Книга 19. Инженерно-геофизические исследования. Пояснительная записка, текстовые приложения

Изм.	№ Док.	Подп.	Дата

2016

ООО «АК «АэроТех»

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «АК «АЭРОТЕХ»

«АС «AirspaceTech»

Свидетельство №01-И-№1806-1 от 18.10.2011 г.

Заказчик – ООО "Росинжиниринг Проект"

Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги»

Проектная документация

Технический отчет
по результатам инженерно-геологических изысканий
(1-2 этапы)

108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Книга 19. Инженерно-геофизические исследования. Пояснительная записка, текстовые приложения

Генеральный директор **С.Н.Черкесов**

Главный инженер **Г.С.Мазур**

Изм.	№ Док.	Подп.	Дата

2016

Состав отчета

№№ п/п	№ тома	Обозначение	Наименование
Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий (1-2 этапы)			
–		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 1. Пояснительная записка, текстовые приложения А-Г
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 2. Текстовое приложение Д
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 3. Текстовое приложения Е-С
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 4. Текстовое приложения Т-Ф
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 5. Текстовое приложение Ш (расчеты по профилям ПР-17 – ПР-45)
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 6. Текстовое приложение Ш (расчеты по профилям ПР-1доп – ПР-15доп)
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 7. Текстовое приложение Ш (расчеты по профилям ПР-19доп – ПР16АП)
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 8. Графические приложения 1-2
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 9. Графические приложения 3-11
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 10. Графические приложения 12-22
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 11. Графические приложения 23-30
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 12. Графические приложения 31-38
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 13. Графические приложения 39-44
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 14. Графические приложения 45-51
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 15. Графические приложения 52-64
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 16. Графические приложения 65-80
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 17. Графические приложения 81-92
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 18. Графические приложения 93-114
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 19. Инженерно-геофизические исследования. Пояснительная записка, приложения 115-116
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 20. Инженерно-геофизические исследования. Приложения 117-118
		108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Книга 21. Инженерно-геофизические исследования. Графические приложения 119-121

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв.№подл.

Изм.	Кол.у	Лист	№Док	Подп.	Дата
Разраб.		Солод			06.16
Проверил		Карпенко			06.16

108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Пояснительная записка

Стадия	Лист	Листов
П	1	44

Росинжиниринг Проект

Список исполнителей

Ответственный исполнитель	Солод А.Н.	Компьютерная обработка материала, графические приложения
Главный геофизик	Карпенко С.Ф.	Интерпретация данных, составление отчета
Ведущий - геофизик	Котин И.С.	Полевые работы, графические приложения
Ведущий - геофизик	Костин М.С.	Полевые работы, графические приложения

КНИГА 19

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
1. МЕТОДИКА И ОБЪЕМЫ ПОЛЕВЫХ РАБОТ 6
1.1. ТОПОГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ 7
1.2. НАЗЕМНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА КМПВ НА ПРОДОЛЬНЫХ (P) И ПОПЕРЕЧНЫХ (S) ВОЛНАХ 7
1.3. ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ В МОДИФИКАЦИИ ТРЕХЭЛЕКТРОДНЫХ ВЭЗ 10
1.4. КРУГОВЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗОНДИРОВАНИЯ 11
2. МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ 12
2.1. СЕЙСМОРАЗВЕДКА КМПВ 12
2.2. ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ 13
2.3. КРУГОВЫЕ ВЭЗ 14
3. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ 15
3.1. КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ 15
4. СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ 29
4.1. ВВЕДЕНИЕ 29
4.2. КРАТКАЯ ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА 29
4.3. ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНОЙ БАЛЬНОСТИ 31
4.4. СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ 2007 И 2014 Г.Г. 34
4.5. РАСЧЕТ ПРИРАЩЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ 40
4.6. КАРТА СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ 41
4.7. РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ 41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 43
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 44

Текстовые приложения			
№№ прил.	Наименование приложений	Колич. листов	№ стр.
115	Свидетельство о проверке сейсмостанции «SGD-SEL»	11	45
116	Акт калибровки многоэлектродной электроразведочной станции «СКАЛА-48»	3	56

КНИГА 20			
Графические приложения			
№№ прил.	Наименование приложений	Колич. листов	№ стр.
117	Карта фактического материала	10	5
118	Результаты геолого-геофизических исследований. Этап 1	25	15

КНИГА 21			
Графические приложения			
№№ прил.	Наименование приложений	Колич. листов	№ стр.
119	Результаты геолого-геофизических исследований. Этап 2	29	5
120	Карта СМР	2	34
121	Схема распространения повышенной мощности покровных отложений и порфиритов	1	36

Введение

В соответствии с Техническим заданием и Программой работ (Текстовое приложение А, Книга 1), в комплексе инженерно-геологических исследований на объекте выполнены геофизические работы. Цель работ - получение необходимых и достаточных материалов для разработки проектной документации строительства объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство)». Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги». Учитывая сложность геологического строения территории, в комплекс геофизических исследований включены методы электрометрии (электротомография, КВЭЗ) и сейсморазведка дополнена (КМПВ) на продольных (Р) и поперечных (S) волнах.

Работа выполнена по договору № 108-43-ПИР-14 от 30.09.2014 г. между ЗАО «РОСИН-ЖИНИРИНГ» и ООО «Газпром социнвест».

Перед геофизическими работами стояли следующие задачи – расчленение разреза на отдельные горизонты, оконтуривания поверхности скальных грунтов, определения положения уровня подземных вод, выявления «карманов» выветрелых грунтов и трещиноватых зон, тектонических нарушений, а также уточнения геологического строения вдоль расчетных поперечников.

Объект располагается в г. Сочи, Краснодарского края, в Адлерском районе, с. Эстосадок. Расстояние от базы партии до участка работ – 15-20 км, расстояние от постоянного местонахождения организации (г. Санкт-Петербург) – свыше 2000 км.

Заказчик: ООО «Газпром социнвест»

Сроки проведения работ: с 21.10.2014 по 15.06.2016 г.

Сроки проведения полевых работ (1 этап): с 21.10.2014 по 20.12.2014 г.

Сроки проведения полевых работ (2 этап): с 23.11.2014 по 25.12.2015 г.

Особые условия проведения изысканий:

Горная сильно пересеченная местность со сложными инженерно-геологическими условиями. Углы уклона рельефа от 10 до 45°. Абсолютные отметки рассматриваемой территории варьируют в пределах 537 -1435 м над уровнем моря. Категория сложности V.

Разделы «Изученность инженерно-геологических условий» и «Характеристика инженерно-геологических условий» приедены в Книге 1 настоящего отчета. Техническое задание, Программа работ и СРО приведены в Книге 1 Текстовое приложение А и Текстовое Приложение Б соответственно.

1. Методика и объемы полевых работ

Геофизические исследования (электромагнитные, сейсмические) являются неотъемлемой частью при инженерно-геологических изысканиях и проводятся в соответствии с требованиями действующих нормативных документов СП 11 -105-97 ч.VI, ч.II. РСН 66-87, РСН 64-87, РСН 75-90

В соответствии с Техническим заданием и Программой работ (Приложение А) на участке выполнены геофизические работы.

Расположения геофизических профилей, точек физических наблюдений и геологических скважин, представлены в Приложении 117.

Объем геофизических работ, выполненных на 1 этапе, представлен в Таблице 1.

Таблица 1- Объем геофизических работ, выполненных на 1 этапе

Выполняемые работы	Ед. измер.	Объем работ проектный	Объем работ выполненный
Наземная Сейсморазведка КМПВ в условиях V кат. сложности производства работ, работа с 48 канальной сейсмостанцией, шаг между сейсмоприемниками 2,5 м, измерения на двух типах волн.	ф.н.	720	842
Электроразведка методом электротомографии в условиях V кат. сложности производства работ, в модификации 3-х электродных ВЭЗ (шаг 5 м), АО от 100 до 250 метров)	ф.н.	1152	1272
Устройство и ликвидация линий бесконечности длиной 500 м	линия	24	27
Круговые ВЭЗ симметричной установкой Шлюмберже (4 луча,АВ до 100 м)	ф.т.	48	23
Рубка просек и визирок при выполнении геодезических работ.	км	1.7	1.7
Разбивка и нивелирование геофизического профиля	км	3	3

Объем геофизических работ, выполненных на 2 этапе, представлен в Таблице 2.

Таблица 2 - Объем геофизических работ, выполненных на 2 этапе

Выполняемые работы	Ед. измер.	Объем работ проектный	Объем работ выполненный
Наземная Сейсморазведка КМПВ в условиях V кат. сложности производства работ, работа с 48 канальной сейсмостанцией, шаг между сейсмоприемниками 2,5 м, измерения на двух типах волн.	ф.н.	1242	1242
Электроразведка методом электротомографии в условиях V кат. сложности производства работ, в модификации 3-х электродных ВЭЗ (шаг 5 м), АО от 100 до 250 метров)	ф.н.	1056	1056
Устройство и ликвидация линий бесконечности длиной 500 м	линия	22	22

Выполняемые работы	Ед. измер.	Объем работ проектный	Объем работ выполненный
Круговые ВЭЗ симметричной установкой Шлюмберже (4 луча,АВ до 100 м)	ф.т.	39	39
Рубка просек и визирок при выполнении геодезических работ.	км	2.2	2.2
Разбивка и нивелирование геофизического профиля	км	2.2	2.2

1.1. Топогеодезические работы

С целью определения высотного положения точек наблюдения по линиям проектных профилей была проведена тахеометрическая съемка с техническим нивелированием. Съемка выполнялась с использованием тахеометра Sokkia CX102 технические характеристики которого приведены в Таблице 3. Среднеквадратичная погрешность определения положения пунктов наблюдений по высоте составила – 0.05 м.

Таблица 3 - Технические характеристики тахеометра Sokkia CX102

Измерения на призму	4000 м с точностью ±2 мм + 2 мм/км
Измерения без отражателя	500 м с точностью ±3 мм + 2 мм/км
Минимальное измеряемое расстояние без отражателя	0.3 м
Компенсатор	Двухосевой с диапазоном работы 6′
Точность угловых измерений	2"
Защита от воды и пыли	IP66
Диапазон рабочих температур	-20°C .. +50°C
Время работы аккумулятора	36 часов

Рисунок 1. Тахеометр Sokkia CX102

1.2. Наземная сейсморазведка КМПВ на продольных (P) и поперечных (S) волнах

Сейсморазведка КМПВ на P и S - волнах проводилась с целью расчленения и корреляции геологического разреза по значениям скорости распространения упругих волн и выделения границ, на которых происходит изменение сейсмической жесткости грунтов. Был использован комплект аппаратурно-технических средств, предназначенный для инженерной сейсморазведки. В качестве источника возбуждения продольных волн использовались вертикальные удары 8-ми килограммовой кувалды по металлической подложке. При использовании данного источника диапазон рабочих частот составил 40 – 80 Гц.

Методика проведения сейсморазведочных работ на поперечных волнах схожа с методикой работ на продольных волнах, различие только в способе возбуждения упругих волн. Для возбуждения поперечных волн на месте пункта возбуждения выкапывалась яма глубиной 20 см, металлическая плашка прислонялась к бортам ямы параллельно сейсмической косе. Возбуждение упругих волн производилось по двум противоположным бортам, в результате чего получалось две сейсмограммы. При проведении процедуры вычитания для полученных сейсмограмм, с записи удаляется составляющая продольной волны. Пример возбуждения упругих колебаний представлен на рисунке 2.

Рисунок 2. Пример возбуждения упругих колебаний

В качестве регистрирую щей аппаратуры применялась 48-ми канальная цифровая, линейная, инженерная сейсмостанция «SGD-SEL» (производства НПК «СибГеофизПрибор, г. Новосибирск), (рисунок 4), к которой подключались две 24-х канальные аналоговые косы с вертикальными и горизонтальными сейсмоприемниками типа «OYO GEOIMPULSE» (производство «ОЙО-ГЕО Импульс Интернешнл», г. Уфа). Общая длина раскладки 117.5 м. Пункты приема, общее число которых составляло 48, располагались через 2.5 м. Источник упругих колебаний перемещался по линиям профилей с шагом 5 м, с выносом 15 м за 1 и 48 каналы, для увеличения глубины исследования (рисунок 3), технические характеристики которой приведены в таблице 4. На втором этапе сеть наблюдений была сгущена в 2 раза. Шаг между ПП и ПВ составил 2.5 м, на выносах шаг ПВ составил 5 м.

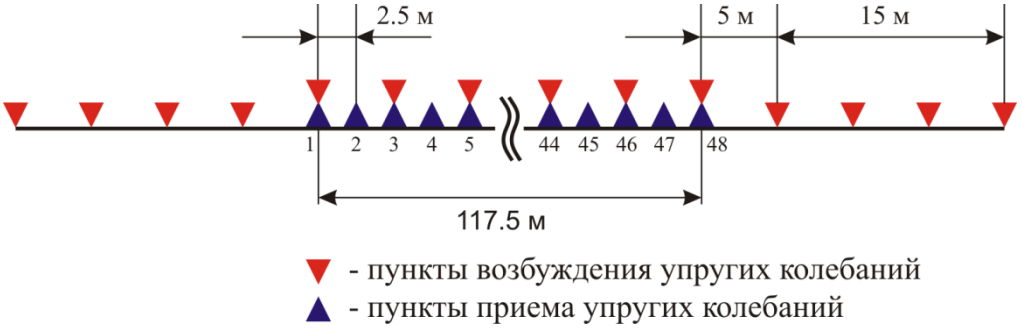


Рисунок 3. Схема расстановки пунктов приема и пунктов взрыва

При неизменном положении линии приема было выполнено 25 физических наблюдений в пределах линии приема и 6 физических наблюдений вне линии приема с обеих сторон. Всего

на одну раскладку приходится 31 пункт возбуждения.
В качестве регистрирующей аппаратуры применялась цифровая, линейная, инженерная сейсмостанция «SGD-SEL» (производства НПК «СибГеофизПрибор, г. Новосибирск) (Приложение 115), (Рисунок 4), технические характеристики которой приведены в Таблице 4.

Рисунок 4. Линейная сейсмостанция SGD-SEL

Таблица 4 - Технические характеристики сейсмостанции «SGD-SEL»

Тип станции	Линейная
Количество каналов	24-48 шт.
Количество служебных каналов регистрации	2 шт.
Разрядность АЦП	24 шт.
Мгновенный динамический диапазон	115 дБ
Коэффициент усиления предварительного усилителя	0; 6; 12; 18; 24; 30; 36; 42; 48 дБ
Период дискретизации	0,125; 0,25; 0,5; 1; 2 мс
Максимальный входной сигнал при минимальном усилении	±1,25 В
Уровень собственных шумов регистрирующего канала	0,15 мкВ
Коэффициент нелинейных искажений	1%
Потребляемая мощность	17 Вт
Мощность потребления	0,35 Вт/канал
Система питания: внутренняя аккумуляторная батарея	12 В, 8.5 А/ч
Система питания: внешняя аккумуляторная батарея	12 В
Система питания: сеть переменного тока	47 ÷ 440 Гц, 90 ÷ 264 В
Температурный диапазон	-20 ÷ +60 С°
Масса	7,5-8 кг
Габаритные размеры	340x295x152 мм
Управление	встроенный компьютер
Интерфейс передачи данных	USB, Ethernet

Использованы следующие параметры регистрации упругих волн: шаг дискретизации – 0.5 мс, длина записи – 1024 мс, усиление – 18 дБ. Контроль качества записываемого сигнала осуществлялся в поле автоматически, на основе внутренних тестов сейсмостанции, а также оператором вручную при оперативном просмотре сейсмограмм. Наименования сейсмических файлов и параметры регистрации заносились в полевой электронный журнал. Для улучшения отношения сигнал-помеха проводилось накопление сейсмического сигнала (до 24 накоплений на каждой точке возбуждения).

1.3. Электроразведка методом электротомографии в модификации трехэлектродных ВЭЗ

Для исследования геоэлектрического строения участков работ использовался метод электрической томографии, основанный на сочетании методов электропрофилирования и вертикальных электрических зондирований. Электротомография, в рамках геологоразведочных исследований, решала задачу до глубины 30 м.

Для проведения измерений использовалась многоэлектродная электроразведочная аппаратура «Скала 48» (КБ Электрометрии, г. Новосибирск) (Рисунок 5), технические характеристики которой приведены в Таблице 5.

Для подачи тока и производства измерений разницы потенциалов в точках наблюдения использовался набор из двух 24–х электродных электроразведочных кос и стальных электродов с соединительными «усами».

Выбор системы наблюдений производился непосредственно перед полевыми работами. В качестве базовой, была использована прямая и обратная трехэлектродная установка (forward и reverse pole-dipole).

Процесс измерений происходил следующим образом. Вначале все приемные электроды заземлялись на профиле и подключались к «косе». Один из питающих электродов относился на так называемую «бесконечность» – около 500 м перпендикулярно линии раскладки электроразведочных кос. Измерения производились в автоматическом режиме. В полевой журнал записывалось положение разложенной «косы», особые условия на профиле и номера аппаратурных файлов, соответствующих данной раскладке.

Рисунок 5. Многоэлектродная электроразведочная аппаратура «Скала-48»

Методика электротомографии позволяет получить двумерную картину распределения кажущегося удельного сопротивления (УЭС) по профилю.

В отличие от вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) данная методика позволяет при интерпретации учитывать влияние сопротивления пород, лежащих слева и справа от точки зондирования.

Измеренные значения напряжения и подаваемого тока записывались в память прибора и в конце дня переносились в полевой ноутбук для проверки и дальнейшей обработки.

Расположение геофизических профилей на местности и их планово-высотная привязка приведены в Приложении 117.

Измерения проводились в автоматическом режиме переключения приемных и питающих

электродов (СП11-105-97, часть 6, п. 5.1.9.). Использовались две 24-х канальные косы, с расстоянием между электродами 5 м. Максимальной длина АО до 115 м, общая длина раскладки 235 м (Рисунок 6).

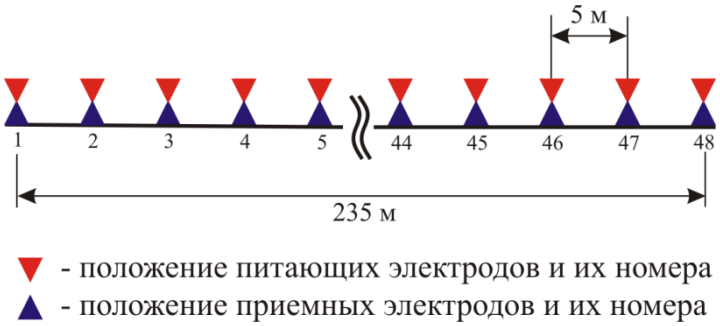


Рисунок 6. Схематическое изображение электротомографической установки

Полевые данные электрозондирований контролировались непосредственно на профиле. Качество заземлений электродов, контролировалось непосредственно во время измерений.

Таблица 5 - Технические характеристики аппаратурой Скала 48

Основные	
Число электродов	48 (2 х 24)
Рабочая температура	-20 ÷ +40 °С
Размеры (Ш х В х Г)	42 х 35 х 23 см
Вес	12 кг
Внутренняя память	до 2 Гб
Встроенная батарея	12 В, 7 А·ч
Внешнее питание	12 В
Класс защиты	IP 67
Экран	5”, 240 х 128
Связь с ПК	USB
Генератор	
I_{max}	2 А
U_{max}	500 В
Мощность	200 Вт
Измеритель	
Входное сопротивление	10 МОм
Число каналов	1
Диапазон напряжений	0.1 мВ ÷ 250 В
Разрядность АЦП	24 бита
Точность измерений	1 %

1.4. Круговые вертикальные электрические зондирования

С целью изучения анизотропии пород, трещиноватости, оценки мощности рыхлых отложений применялись круговые ВЭЗ. Измерения на круговых ВЭЗ выполнялись по четырем лучам, положение которых отличалось на 45 градусов (Рисунок 7).

Измерения по методу вертикального электрического зондирования выполнялись симметричной установкой Шлюмберже, с АВ до 100 м. При измерениях была использована система с частым шагом по оси разносов питающей линии, при соответственных длинах приемной линии MN: 1 м, 2 м, 6 и 12 м (Таблица 6). Измерения разности потенциалов проведены с рабочей частотой 4.88 Гц, использовалась электроразведочная станция «Скала 48» (КБ Электрометрии, г. Новосибирск), которая позволяла подавать в линию токи от 10 до 100 мА.

Таблица 6 - Разносы приемных и питающих электродов

AB/2,м	1.5	3.0	3.0	4.5	6.0	9.0	9.0	12.0	15.0	20.0	25.0	25.0	40.0
MN/2,м	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	12.0	12.0

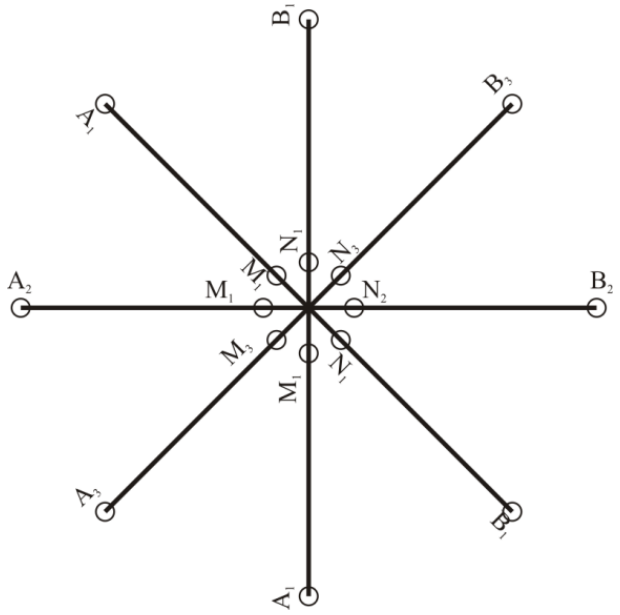


Рисунок 7. Схема расположения азимутов ВЭЗ

2. Методика обработки и интерпретации данных

2.1. Сейсморазведка КМПВ

Обработка сейсмических данных, для построения сейсмогеологических разрезов, производилась по следующему графу:

1) формирование таблицы профилей по полевым дневникам оператора;
2) введение данных нивелировки в заголовки сейсмограмм;
3) обработка первичных записей с применением частотной фильтрации.

Дальнейшая Обработка сейсмических данных для получения модели среды выполнялась в пакете **Zond ST2D** (ЗАО «КГЭ Астра», Каминский А.Е.). Эта система позволяет осуществить весь процесс обработки данных: чтение и визуализацию сейсмограмм, фильтрацию и различного рода усиление трасс, пикировку первых вступлений, построение и редактирование годографов, определение скоростей упругих волн и построение преломляющих границ. Пример обработки измерений в программе ZondST2D представлен на Рисунке 8.

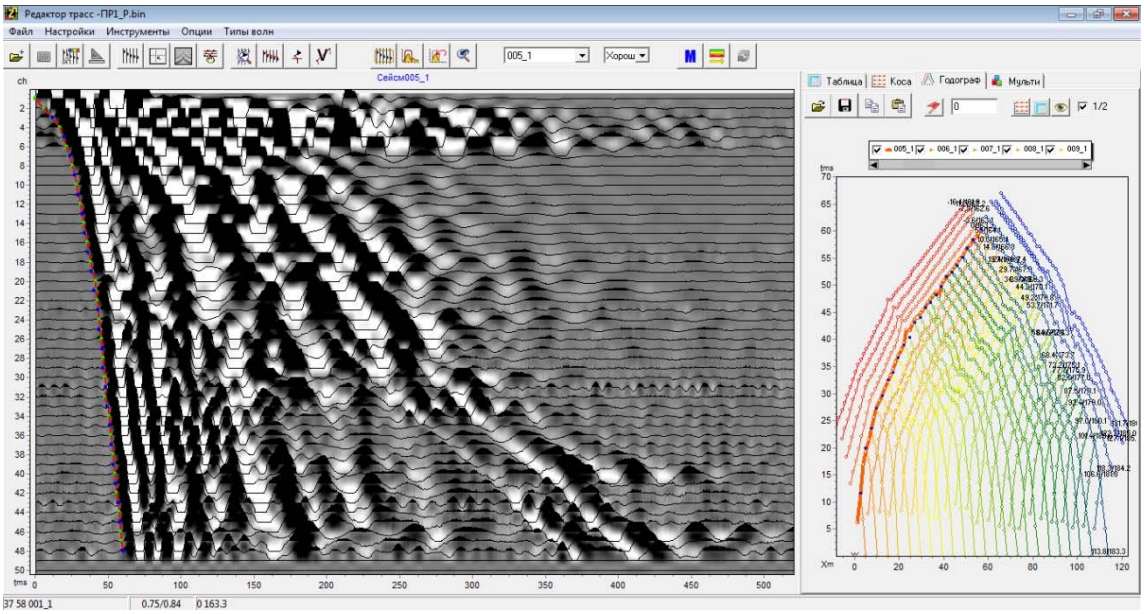


Рисунок 8. Пример обработки измерений в программе ZondST2D

2.2. Электроразведка методом электротомографии

Процесс интерпретации данных начинается с анализа и первичной обработки информации. Несмотря на большой объем получаемых при электротомографии данных, важность предварительной оценки качества получаемой информации сложно переоценить.

В некоторых случаях, даже небольшой процент измерений сомнительного качества может сильно повлиять на результирующую модель.

Для обработки и анализа качества измерений применялась программа **ZondProtocol** (Каминский А.Е., ЗАО «Астра»), специально адаптированная для работы с использованным комплектом аппаратуры (Рисунок 9).

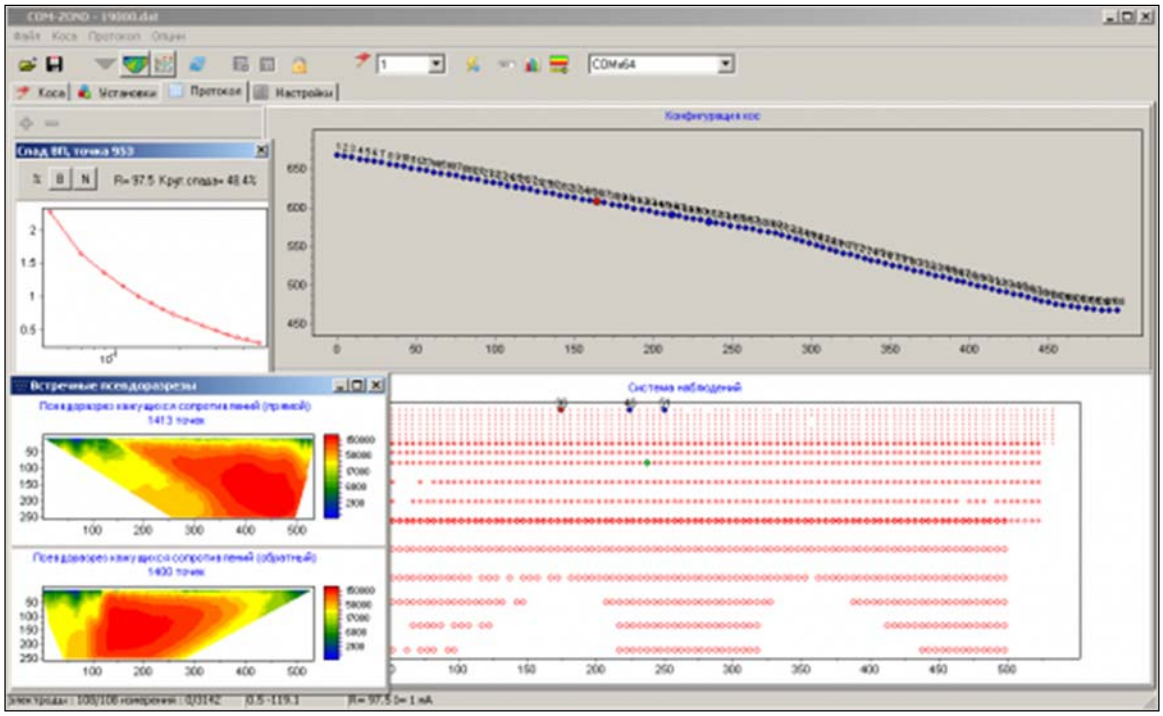


Рисунок 9. Пример обработки измерений в программе ZondProtocol

На первом этапе рассчитывались оценки дисперсий измерений, отбраковывались

измерения, имеющие явно завышенные или заниженные значения, не коррелирующие с остальными. Качество заземлений электродов, контролировалось непосредственно во время измерений. Для оценки качества измерений использовался специальный алгоритм, реализованный в ZondProtocol, основанный на свойствах потенциала и принципе взаимности.

Также данные анализировались на предмет отдельных «выскоков», связанных с ошибками измерений. Затем данные разбивались на отдельные элементы и анализировались совместно. В качестве элементов использовались измерения для одинаковых разносов и положений токовых электродов. Если данные для одного из элементов сильно отличались от соседних, то такой элемент исключался из интерпретации.

Для интерпретации данных использовалась программа ZondRes2d (Каминский А.Е., ЗАО «Астра»), (Рисунок 10), позволяющая решать прямую и обратную задачу электротомографии. В качестве входных данных использовались координаты электродов, высоты и собственно измеренные значения разности потенциалов и дисперсии измерений. Обратная задача (инверсия) позволяет из измеренных значений разности потенциалов на поверхности, получить двумерное распределение удельных сопротивлений. Для получения геоэлектрических разрезов использовалась самая устойчивая модификация инверсии – Occam. Данный алгоритм специально предназначен для получения гладких (плавно изменяющихся) моделей. Occam – инверсия по методу наименьших квадратов с использованием сглаживающего оператора и дополнительной минимизацией контрастности. После выполнения полного цикла обработки полевых электротомографических данных результаты были представлены в виде геоэлектрических разрезов.

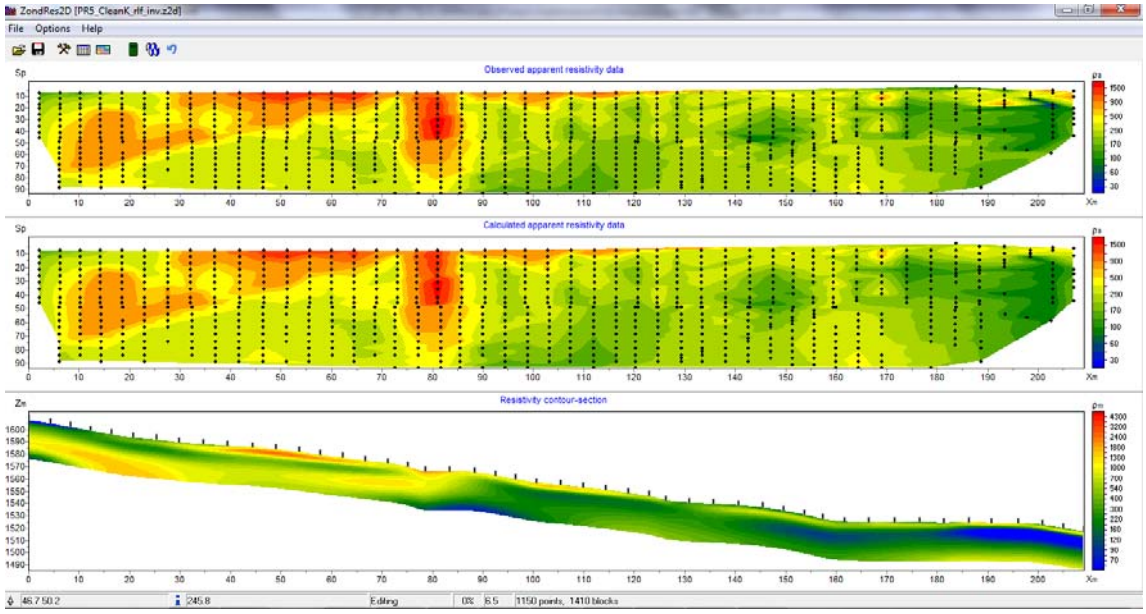


Рисунок 10. Пример обработки измерений в программе ZondRes2d

2.3. Круговые ВЭЗ

Кажущееся удельное электрическое сопротивление ($\rho_к$) вычисляли по формуле:

$$\rho_к = k \cdot \Delta U / I \,, \qquad (1)$$

где k -коэффициент 4-х электродной установки:

$$k = \pi(AM)(AN)/(MN). \qquad (2)$$

Для оперативной оценки качества первичных данных и определения соответствия получаемых результатов, требованиям и задачам, изложенным в Техническом задании,

предварительная обработка результатов измерений выполнялась в процессе полевых работ.

Обработка данных ВЭЗ сводилась к вычислению электрического сопротивления на всех разносах и вычислению отношения сопротивлений на перпендикулярных разносах и коэффициента анизотропии. Часть точек ВЭЗ выполнена вблизи скважин, что позволило установить связь между величиной разносов и глубиной залегания пород, эти параметрические зондирования послужили основой для интерпретации других точек ВЭЗ.

3. Результаты работ

3.1. Комплексная геолого-геофизическая интерпретация

Основные критерии к геологической интерпретации геофизических данных выработаны на основе анализа параметрических измерений на известных разрезах по скважинам, шурфам, обнажениям и заключаются в следующем: делювиальные (щебенистые, дресвяные) отложения по электротомографии (ЭТ) отмечаются высокими значениями кажущегося сопротивления до 1000 - 3000 омм; по КВЭЗ – коэффициентом анизотропии близким к 1; по сейсмотомографии (СТ) – низкими скоростями распространения волн (до 0,9 км/сек Р –волны, 0,45 км/сек S-волны). Коренные породы – аргиллиты имеют невысокое электрическое сопротивление, в основном, от 100 до 400 Омм , в зависимости от обводненности, трещиноватости; коэффициент анизотропии 1.1-2; высокие скорости сейсмических волн 1,5-3,5 км/сек. Выветрелые разности аргиллита имеют промежуточные значения физических параметров. Зоны дробления отмечаются пониженными скоростями сейсмических волн и повышенными значениями электрического сопротивления. Дайки порфиритов выделяются повышенными скоростями сейсмических волн и повышенными значениями электрического сопротивления. Геофизические свойства наиболее распространенных грунтов приведены в Таблице 7.

Некоторые участки электротомографических разрезов искажены влиянием техногенного фактора (строительный мусор, многочисленные коммуникации – кабельные линии, газопроводы, водоводы, подземные коллекторы, фундаменты опор, противооползневые укрепления - представленные армирующими сетками и нагельными полями). Заведомо ложные завышенные и заниженные значения УЭС, полученные в результате инверсии искаженных данных признавались браком и в дальнейшей комплексной интерпретации не использовались.

Основным методом при комплексной геолого-геофизической интерпретации для данных инженерно-геологических условий считалась сейсморазведка КМПВ, скоростные разрезы которой дают наиболее достоверную информацию о границы между покровными и коренными отложениями. Методы электроразведки (электротомография и ортогональные ВЭЗ) использовались в качестве вспомогательных.

Комплексный анализ геофизических параметров аномальных зон, а также учет геологической информации, полученной в результате бурения, позволяет дифференцировать их на зоны локального увеличения мощности рыхлых отложений и прослеживать зоны локального обводнения, что в свою очередь позволяет выявить потенциально опасные оползневые тела.

Проведенная комплексная интерпретация, первоначально выполнялась по отдельным профилям. Выявлено 1 зона проявления порфиритов, а также значительное количество зон локального увеличения мощности рыхлых отложений, что отображено на карте-схеме (Приложение 121) и включено в отчет инженерно-геофизических исследований для комплексного геолого-геофизического анализа. Выявленные зоны увеличения мощности рыхлых отложений предположительно не сопряжены с неотектоническими нарушениями и поэтому не будут оказывать влияния на сейсмотектоническую обстановку. Тем не менее, их следует учитывать как потенциально воздействующий фактор на оползневые процессы.

На данном участке исследований не выполнялась геологическая съемка для картирования тектонических нарушений. В рамках настоящих изысканий выделенные зоны разуплотнения и дезинтеграции пород не квалифицируются как тектонические нарушения в связи с тем, что отсутствуют данные картирования, подтвержденные результатами бурения. Однако все выявленные аномальные зоны незначительны и не обозначаются в качестве явных тектонических нарушений.

В таблице 7 приведены физические параметры (значения продольной и поперечной скоростей Vp и Vs и удельного сопротивления) грунтов.

Таблица 7 - Геофизические свойства грунтов

Номер ИГЭ	Характеристика грунтов	Vp, км/с Интервал Среднее	Vs, км/с Интервал Среднее	ρ, Омм Интервал Среднее
ИГЭ 1	Насыпной грунт - суглинок тяжелый песчанистый, дресвяный, твердый,	0.2 - 0.75 0.47	0.2 - 0.45 0.32	70 – 1500 300
ИГЭ-2а	Дресвяный грунт с суглинистым заполнителем (45%)	0.4 – 0,9 0.65	0.2 – 0.5 0.35	60 – 800 600
ИГЭ-3	Щебенистый грунт неоднородный водонасыщенный	0.2 – 0.4 0.3	0.1 – 0.3 0.2	300 – 1100 740
ИГЭ-5а	Суглинок легкий дресвяный твердый	0.7 – 0.9 0.8	0.5 – 0.7 0.6	200 – 300 250
ИГЭ-6б	Суглинок легкий щебенистый полутвердый	0.5 – 1.0 0.7	0.3 – 0.5 0.4	500 – 1200 850
ИГЭ-93г	Щебенистый грунт неоднородный водонасыщенный	1.3 – 2.2 1.7	1.0 – 1.55 1.2	350 – 650 500
ИГЭ-9г	Аргиллит средней прочности, очень плотный, слабо пористый	1.4 – 2.3 1.75	0.7 – 1.0 0.8	140 – 270 155
ИГЭ 9д	Аргиллит прочный, очень плотный, слабо пористый	1.85 - 2.59 2.22	1.12 – 1.7 1.41	100 – 170 130
ИГЭ 11	Порфирит прочный, сильновыветрелый	0.9 – 3.33 2.6	0.9 – 2.32 2.1	400 – 1100 750

Результаты работ представлены на геолого-геофизических разрезах (Книга 19,

Приложение 118, Книга 20, Приложение 118), кроме того приведены разрезы сейсмотомографические и электротомографические разрезы соответственно для каждого профиля.

Профиль 1 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 2 точка КВЭЗ.

На разрезе выделяется 5 слоев. Верхний слой представлен техногенным грунтом мощностью до 7.5 м. Имеет широкий диапазон значений УЭС от 250 до 1500 Омм, низкие значения продольных и поперечных скоростей (Vp = 0.2-0.7 км/с, Vs = 0.2-0.4 км/с), не выдержан по простиранию. Максимальную мощность имеет в районе ПК5-10. Ниже по разрезу залегают отложения дресвяного грунта ИГЭ-2а. Слой не выдержан по простиранию и выклинивается по данным геофизических исследований на ПК145-150. УЭС слоя составляет 350-500 Омм, значения продольных и поперечных скоростей составляют Vp = 0.4-0.8 км/с, Vs = 0.2-0.45 км/с. Максимальная мощность слоя составляет около 8 м в районе ПК45-50.

Третий от поверхности слой представлен суглинком щебенистым ИГЭ-6б. Значения УЭС слоя меняются в широком диапазоне от 500 до 1200 Омм. Характеризуется повышенными скоростями продольных колебаний (Vp = 0.5-1.0 км/с, Vs = 0.3-0.5 км/с). Максимальную мощность по данным геофизических исследований определить не удалось. В районе ПК70-110 мощность слоя составляет около 14 м. Ниже по разрезу залегает щебенистый грунт ИГЭ-93г. слой имеет мощность около 22 м, в районе ПК65-135 подошву слоя по данным геофизических исследований установить не удалось. Слой характеризуется значениями УЭС от 350 до 500 Омм, высокими значениями скоростей Vp = 1.3-1.5 км/с, Vs = 1.0 – 1.2 км/с. Ниже по разрезу по геофизическим данным предположительно залегает аргиллит ИГЭ-9г. Кровля его не подтверждена бурением и отмечается только по геофизическим данным, находится на глубинах превышающий 25 м. Характеризуется высокими значениями скоростей упругих колебаний (Vp = 1.8 – 2.3, Vs = 1.8 – 2.2 км/с).

Профиль 2 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 точка КВЭЗ.

Разрез имеет трехслойное строение. Первый слой представлен техногенным грунтом ИГЭ-1 слой не выдержан по простиранию и распространен на ПК15-60. Мощность слоя составляет до 7 м. Подошву его удается выделить только по данным электротомографии. И по значениям отношений скоростей Vs/Vp. Значения УЭС слоя составляют 130-150 Омм, по данным сейсмотомографии этот слой не удается достоверно выделить. Ниже залегает слой, который сложен дресвяными грунтами ИГЭ-2а. Слой выходит на поверхность в районе пикетов ПК-15÷15, характеризуется низкими значения скоростей Vp = 0.3-0.5 км/с, Vs = 0.2-0.4 км/с и низкими значениями УЭС, равными 60-90 Омм. Третий слой представлен в районе пикетов ПК-15÷30 дресвяным грунтом ИГЭ-92г, который на ПК30 меняется на суглинок ИГЭ-95г. По значению УЭС и по скоростным характеристикам данные грунты не отличаются друг от друга. Границу смены ИГЭ можно определить только на разрезе отношения скоростей Vs/Vp в области повышенных значений Vs/Vp толщи. Значения УЭС для толщи составляют до 90 Омм, Vp – 1.3÷2.2 км/с, Vs – 0.7÷1.2 км/с.

Профиль 3 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнена сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

На разрезе профиля 3 по геофизическим данным выделяется 5 слоев. Самый верхний мощностью до 3.5 м представлен техногенными грунтами ИГЭ 1 ф и Слой 1. Этот слой имеет самые низкие значения скоростей 0.4÷0.6 км/с Vp и 0.4÷0.5 км/с. Ниже по разрезу по геофизическим данным залегает слой, представленный щебенистыми грунтами ИГЭ-93г. Мощность данного слоя по геофизическим данным колеблется от 7 до 12 м. Значения скоростей слоя лежат в широком диапазоне от 0.9 км/с до 1.4 км/с для продольных скоростей Vp и от 0.8

до 1.2 км/с для Vs. В районе пикетов ПК90-120 выделяется по пониженным значениям Vs/Vp слоя грунты ИГЭ 2а. Значения скоростей ИГЭ 2а и значения скоростей, отвечающей верхней части слоя ИГЭ-93г и составляют 0.8-0.9 км/с для продольных волн и 0.4-0.6 для продольных.

Ниже по разрезу залегают аргиллиты средней прочности ИГЭ-9г характеризующиеся высокими значениями Vp и Vs равными 1.8-2.4 км/с и 1.4-1.8 км/с соответственно.

Ниже по разрезу по геофизическим данным выделяется аргиллит прочный ИГЭ-9д высокими скоростями продольных (выше 2.5 км/с) и поперечных (выше 1.6 км/с) волн. Кровля аргиллитов ИГЭ-9д по геофизическим данным залегает ниже забоя геологических скважин.

Профиль 4 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 2 точки КВЭЗ.

Разрез профиля 4 имеет сложное строение. Верхний слой представлен техногенными грунтами, мощность которых достигает 7 м. Слой имеет широкий диапазон значений УЭС от 60 до 900 Омм, низкие значения продольных и поперечных скоростей (Vp до 0.6 км/с, Vs до 0.5 км/с). Ниже по разрезу залегает слой, у которого на ПК30-35 происходит смена литологического состава: суглинок ИГЭ-5а сменяется дресвяным грунтом ИГЭ 2а. границу смены литологического состава по геофизическим данным установить не удалось в веду сходести петрофизических свойств грунтов. В районе ПК80-120 наблюдается увеличение мощности дресвяного грунта ИГЭ-2а, который в районе ПК95-120 «ныряет» под щебенистый грунт ИГЭ-93г. На ПК185 ИГЭ-2а выклинивается. Мощность слоя не выдержана, максимальное значение около 16 м (определено по геофизическим данным) достигается на ПК92-102. Скорость продольных волн Vp составляет 0.7-1.0 км/с, поперечных Vs – 0.5-0.9 км/с, УЭС – 180-220 Омм. Начиная с глубины 8.5 м выделяется слой щебенистого грунта ИГЭ-93г. Мощность слоя не выдержана по простиранию и колеблется от первых метров (ПК85-125) до 10 м (ПК50). Скорость продольных волн Vp составляет 1.0-1.5 км/с, поперечных Vs – 0.8-1.1 км/с, УЭС – 220-320 Омм. В районе ПК130-170 отмечается линза суглинистых грунтов ИГЭ-95г мощностью до 7 м. Скорость продольных волн Vp составляет 1.1-1.3 км/с, поперечных Vs – 0.6-0.7 км/с, УЭС – 120-150 Омм. Основанием разреза профиля 4 служит аргиллит средней прочности ИГЭ-9г. отмечается высокими значениями продольных и поперечных волн, Vp больше 1.5 км/с, Vs больше 1.1 км/с, соответственно.

Профиль 5 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 точки КВЭЗ.

Разрез профиля 5 имеет трехслойное строение. Первый слой в районе ПК-10÷34 представлен суглинистыми грунтами ИГЭ-6б, мощность которых достигает 5 м, с ПК35верхний слой представлен дресвяным грунтом ИГЭ-2а. По своим петрофизическим характеристикам грунты ИГЭ-6б и ИГЭ-2а схожи: скорости волн Vp менее 0.9 км/с, Vs менее 0.5 км/с, УЭС – более 900 Омм. Ниже по разрезу в диапазоне ПК-10÷20 залегает аргиллит средней прочности ИГЭ-9г, который на ПК20 сменяется дресвяным грунтом ИГЭ-92г. По своим петрофизическим свойствам ИГЭ-92г и ИГЭ-9г схожи. Скорости волн Vp и Vs меняются в широком диапазоне значений от 0.9 (ближе к кровле) до 2.8 км/с (ближе к подошве), поперечных Vs от 0.5 (ближе к кровле) до 1.67 км/с (ближе к подошве), УЭС – 150-250 Омм. Основание разреза представлено аргиллитом прочным ИГЭ-9д. Положение кровли ИГЭ-9д, расположенной ниже забоя геологических скважин, установлено по геофизическим данным, скорости волн Vp более 2.8 км/с, Vs менее 1.6 км/с, УЭС – 250-300 Омм.

Профиль 6 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 точки КВЭЗ.

Разрез профиля 6 имеет трехслойное строение. Верхний слой представлен щебенистым грунтом ИГЭ-3, мощность которого достигает 7-ми метров, характеризуется повышенными значениями УЭС – 350-600 Омм и низкими значениями скоростей Vp и Vs, меньше 0.8 и

меньше 0.5 км/ч соответственно. Ниже залегает слой аргиллитов средней прочности ИГЭ-9г мощностью более 15 м. Скорости волн Vp = 1.3-2.4 км/с, Vs = 0.6-1.5 км/с, УЭС = 200-250 Омм. Ниже забоя геологических скважин по геофизическим данным выделяется аргиллит прочный ИГЭ-9д, скорости волн Vp более 2.5 км/с, Vs более 1.5 км/с, УЭС = 200-250 Омм/

Профиль 6А (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 6А характеризуется не выдержанностью по простиранию толщ. В районе ПК -10÷30 разрез имеет трехслойное строение, с ПК30 по ПК 120 – двуслойное. Верхняя часть разреза представлена дресвяно-щебенистыми грунтами ИГЭ-2а и ИГЭ-3. По своим петрофизическим характеристикам грунты ИГЭ-2а и ИГЭ-3 схожи: характеризуются относительно низкими скоростями продольных и поперечных волн (Vp менее 0.9 км/с, Vs менее 0.7 км/с), широким диапазоном значений УЭС от 200 до 1200 Омм. Ниже залегает предположительно дресвяный грунт ИГЭ-92г, слой которого выклинивается на ПК30. ИГЭ-92г характеризуется повышенными значениями скоростей упругих колебаний (Vp = 1.5-2.3км/с, Vs = 0.9-1.4 км/с) и значениями УЭС равными 200-250 Омм. Ниже по разрезу в районе ПК-10÷65 по геофизическим данным (по высоким скоростям упругих колебаний Vp более 2.8 км/с, Vs более 1.6 км/с). УЭС для данной толщи составили 150-200 Омм.

Профиль 7 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 2 точки КВЭЗ. Разрез по электротомографии искажен влиянием техногенной помехи.

Профиль характеризуется простым геологическим строением: верхний слой представлен техногенным грунтом ИГЭ-1б, характеризующийся низкими значениями скоростей Vp менее 0.7 км/с, Vs менее 0.4, УЭС имеет широкий диапазон значений от 250 до 1200 Омм. Ниже залегает слой порфиритов, характеризующийся значениями скоростей Vp = 1.0-1.7 км/с, Vs = 0.6-0.9 км/с. Ниже залегает щебенистый ИГЭ-93г

Профиль 8 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 точки КВЭЗ.

Верхняя часть разреза профиля 8 сложена техногенным грунтом ИГЭ-1а, характеризующийся низкими значениями скоростей Vp менее 0.7 км/с, Vs менее 0.4, УЭС имеет широкий диапазон значений от 250 до 800 Омм. Ниже залегает суглинок ИГЭ-5а, который распространен локально до ПК30 характеризующийся низкими значениями скоростей Vp = 0.6-0.8 км/с, Vs = 0.5-0.6 км/с. УЭС 180-220 Омм. Ниже залегает щебенистый грунт ИГЭ-93г характеризующийся значениями скоростей Vp =0.6-1.3 км/с, Vs = 0.6-0.8 км/с и повышенными значениями УЭС = 250-600 Омм. Ниже залегает аргиллит средней прочности ИГЭ-9г, мощность слоя сильно варьирует вдоль всего профиля, достигая максимального значения в районе ПК40-55 и минимального – ПК80-115. Скорости упругих колебаний для слоя аргиллитов средней прочности составляют Vp = 1.1-0.8 км/с, Vs = 0.8-1.3 км/с.. По геофизическим данным в толще аргиллитов ИГЭ-9г в районе ПК55-70 отмечается «карман», заполненный щебенистым грунтом ИГЭ-93г. Ниже забоя геологических скважин по геофизическим данным предположительно залегают прочные аргиллиты ИГЭ-9д, характеризующиеся высокими значениями скоростей упругих колебаний Vp более 2.0 км/с, Vs более 1.6 км/с, УЭС 130-250 Омм.

Профиль 8А (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 8А имеет относительно простое строение. Верхний слой представлен техногенными грунтами ИГЭ-1а и ИГЭ-1б, по своим петрофизическим характеристикам они схожи, характеризуются значениями УЭС 100-200 Омм, низкими значениями скоростей Vp менее 0.6 км/с, Vs менее 0.4 м/с. В интервале ПК55-130 под грунтами ИГЭ-1а залегают суглинки дресвяные ИГЭ-5а, по значениям УЭС, Vp и Vs выделить этот слой затруднительно, а

вот по величине Vs/Vp, равному 0.55-0.6, проще. Ниже залегает щебенистый грунт ИГЭ-93г, мощность которого уменьшается с 15 м до 5 в направлении увеличения ПК. Слой характеризуется диапазоном значений скоростей Vp = 1.0-1.3 км/с, Vs=0.6-1.1 км/с, УЭС=180-220 Омм. Ниже на ПК-10÷25 и ПК60÷130 отмечается суглинок дресвяный ИГЭ-95г. Характеризуется скоростями Vp=1.4-1.8 км/с, Vs = 0.9-1.4 км/с, УЭС = 150-180 Омм. Основанием разреза служит аргиллиты ИГЭ-9д и ИГЭ-9г, характеризующие относительно высокими значениями скоростей упругих колебаний Vp более 1.6 км/с, Vs более 1.3 км/с, УЭС 100-200. Авторы затрудняются назвать причину низкоомной аномалии в центральной части электротомограммы, вероятно она может быть связана с влиянием бокового эффекта от буронабивных свай расположенной рядом подпорной стены.

Профиль 8Б (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 8Б характеризуется относительно простым геологическим строением. Разрез имеет четырехслойное строение. Верхний слой представлен техногенными грунтами ИГЭ-1, характеризующимися низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.3 км/с, УЭС 90-150 Омм., ниже по разрезу залегает слой представленный суглинком пылеватым ИГЭ-93г. По геофизическим данным мощность слоя не выдержана, максимальные значения (около 15 м) достигаются в области ПК-5÷15, минимальные (около 2 м), в районе ПК55-100. Третий слой на ПК0-25 представлен аргиллитами средней прочности ИГЭ-9г, начиная с ПК25 слой сложен дресвяным грунтом ИГЭ-92г. По своим петрофизическим характеристикам ИГЭ-9г и ИГЭ-92г схожи: обладают невысокими скоростями упругих колебаний Vp = 0.7-1.2 км/с, Vs = 0.3-0.6 км/с, УЭС = 100-150 Омм. Основанием разреза является аргиллит прочный ИГЭ-9д. Характеризуется относительно высокими значениями скоростей продольных и поперечных волн, Vp более 1.5 км/с, Vs более 1.1 км/с. УЭС от 90 до 120 Омм.

Профиль 9 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 КВЭЗ.

Разрез профиля 9 характеризуется простым геологическим строением. Разрез имеет четырехслойное строение. Верхний слой представлен техногенными грунтами ИГЭ-1, характеризующимися низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.3 км/с, УЭС 90-150 Омм., ниже по разрезу залегает слой представленный суглинком пылеватым ИГЭ-93г. Vp = 0.8-1.2 км/с, Vs = 0.5-0.8 км/с. Третий слой представлен аргиллитами средней прочности ИГЭ-9г, обладает невысокими скоростями упругих колебаний Vp = 0.8-1.4 км/с, Vs = 0.6-0.8 км/с, УЭС = 100-150 Омм. Основанием разреза является аргиллит прочный ИГЭ-9д. Характеризуется относительно высокими значениями скоростей продольных и поперечных волн, Vp более 1.5 км/с, Vs более 1.1 км/с. УЭС от 90 до 120 Омм.

Профиль 10 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнена сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 10 характеризуется относительно простым геологическим строением. Разрез имеет четырехслойное строение. Верхний слой представлен техногенными грунтами ИГЭ-1, характеризующимися низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.3 км/с, ниже по разрезу залегает слой представленный суглинком ИГЭ-5а. Vp = 0.8-1.2 км/с, Vs = 0.5-0.8 км/с. Слой выклинивается в районе ПК70. Третий слой представлен дресвяным грунтом ИГЭ-2а, обладает скоростями упругих колебаний Vp = 0.8-1.4 км/с, Vs = 0.8-1.2 км/с. Основанием разреза является щебенистый грунт ИГЭ-93г. Характеризуется относительно высокими значениями скоростей продольных и поперечных волн, Vp более 1.5 км/с, Vs более 1.1 км/с.

Профиль 11 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография

(ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 11 характеризуется простым геологическим строением. Разрез имеет трехслойное строение. Верхний слой представлен суглинком ИГЭ-5а, характеризующимися низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.8 км/с, Vs до 0.65 км/с, УЭС =200-700 Омм, ниже по разрезу залегает слой представленный щебенистым грунтом ИГЭ-3. Vp = 0.8-1.2 км/с, Vs = 0.65-1.2 км/с. Основанием разреза является аргиллит средней прочности ИГЭ-9г. Характеризуется относительно высокими значениями скоростей продольных и поперечных волн, Vp более 2.8 км/с, Vs более 1.9 км/с.

Профиль 12 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 КВЭЗ.

Разрез профиля 12 характеризуется относительно простым геологическим строением. Разрез имеет трехслойное строение. Верхний слой представлен дресвяным грунтом ИГЭ-2а, характеризующимися низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.6 км/с, Vs до 0.5 км/с, УЭС =500-1200 Омм, ниже по разрезу залегает слой, представленный дресвяным грунтом ИГЭ-92г. Vp = 1.0-1.4 км/с, Vs = 0.65-1.2 км/с, УЭС 250-300 Омм. Основанием разреза является аргиллит средней прочности ИГЭ-9г. Характеризуется относительно высокими значениями скоростей продольных и поперечных волн, Vp более 1.4 км/с, Vs более 1.2 км/с, УЭС = 250-300 Омм. Особое внимание стоит уделить «карманам» заполненными дресвяным грунтом ИГЭ-2а на ПК20-30, ПК85-105. Данные карманы могут быть связаны с деструктивными зонами, которые в свою очередь могут быть привязаны к неотектоническим нарушениям низшего порядка.

Профиль 13 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 КВЭЗ.

Разрез профиля 13 характеризуется простым геологическим строением. Разрез имеет трехслойное строение. Верхний слой представлен суглинком ИГЭ-5а, характеризующимися низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.6 км/с, Vs до 0.5 км/с, УЭС =500-1200 Омм, ниже по разрезу залегает слой, представленный суглинком грунтом ИГЭ-95г. Vp = 1.0-1.4 км/с, Vs = 0.65-1.2 км/с, УЭС 250-300 Омм. Основанием разреза является аргиллит прочный ИГЭ-9д. Характеризуется относительно высокими значениями скоростей продольных и поперечных волн, Vp более 2.3 км/с, Vs более 1.2 км/с, УЭС = 200-250 Омм.

Профиль 14 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 КВЭЗ.

Разрез профиля 14 характеризуется относительно простым геологическим строением. Разрез имеет преимущественно трехслойное строение. Верхний слой представлен суглинком ИГЭ-5а, характеризующимися низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.6 км/с, Vs до 0.5 км/с, УЭС =500-1200 Омм, ниже по разрезу залегает слой, представленный дресвяным грунтом ИГЭ-2а. Vp = 1.0-1.4 км/с, Vs = 0.65-1.2 км/с, УЭС 120-150 Омм. Ниже залегает слой, представленный дресвяными грунтами ИГЭ-92г. Слой не выдержан по простиранию и выклинивается в районе ПК30-42. Vp = 1.5-1.8 км/с, Vs = 0.65-1.0 км/с, УЭС 120-150 Омм. Основанием разреза является аргиллит прочный ИГЭ-9д. Характеризуется относительно высокими значениями скоростей продольных и поперечных волн, Vp более 2.3 км/с, Vs более 1.2 км/с, УЭС = 200-250 Омм.

Профиль 15 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнена сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 15 характеризуется следующим геологическим строением. На ПК-10÷55 можно выделить 5 слоев, на ПК55-120 – три слоя. Верхний слой представлен техногенными грунтами ИГЭ-1б, характеризующимися низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.3 км/с. Ниже по разрезу залегает слой, представленный щебенистым

грунтом ИГЭ-3. Vp = 0.7-0.8 км/с, Vs = 0.4-0.6 км/с. Слой выклинивается на ПК50-55. Ниже ИГЭ-3 залегает слой суглинка ИГЭ-5а, но на ПК55-120 ИГЭ-5а залегают непосредственно под техногенным грунтом ИГЭ-1б, где достигаются максимальные значения мощности около 12 м. Ниже залегает слой, представленный дресвяными грунтами ИГЭ-92г. Слой не выдержан по простиранию и выклинивается в районе ПК30-42. Vp = 1.0-1.5 км/с, Vs = 0.65-1.0 км/с. Ниже залегает дресвяный грунт ИГЭ-92г, характеризующийся Vp = 1.2-1.7 км/с, Vs = 0.65-1.0 км/с, слой выклинивается на ПК60 и сменяется суглинком ИГЭ-95г, имеющего схожие петрофизические характеристики. Основанием разреза является аргиллит средней прочности прочный ИГЭ-9г. Характеризуется относительно высокими значениями скоростей продольных и поперечных волн, Vp более 1.8 км/с, Vs более 1.2 км/с. По геофизическим данным кровлю аргиллита ИГЭ-9г удалось проследить только до ПК70.

Профиль 16 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 16 характеризуется следующим геологическим строением. Разрез преимущественно трехслойный. Верхний слой представлен суглинками ИГЭ-5а, мощность который достигает 17.5 м. На ПК0-27 и ПК115-182 ИГЭ-5а перекрыт маломощным отложениями техногенного грунта (ПК0-27) и суглинка ИГЭ-6б. Значения скоростей упругих колебаний для толщи ИГЭ-5а следующие Vp = 0.7-1.1 км/с, Vs = 0.3-0.9 км/с, УЭС= 200-250 Омм. Техногенный грунт и ИГЭ-6б характеризуются низкими скоростями Vp до 0.4 км/с, Vs до 0.3 км/с, УЭС = 350-400 Омм (техногенный грунт), 1000-1200 Омм – ИГЭ-6б. Ниже ИГЭ-5а залегает в районе ПК0-75 дресвяные грунты ИГЭ-2а, на ПК85-205 щебенистый грунт ИГЭ-93г. Петрофизические характеристики данных ИГЭ схожи: Vp = 1.1-1.8 км/с, Vs = 0.9-1.4 км/с, УЭС 180-250 Омм. Основанием разреза служат аргиллиты средней прочности ИГЭ-9г. Vp более 2.0 км/с, Vs более 1.6 км/с, УЭС 200-250 Омм.

Профиль 17 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 17 характеризуется простым геологическим строением. Разрез двухслойный. Верхний слой представлен щебенистыми грунтами ИГЭ-3, со значениями скоростей упругих колебаний Vp менее 0.7 км/с, Vs менее 0.5 км/с, УЭС= 90-800 Омм. Основанием разреза служит песчаник кварцевый ИГЭ-10. Vp более 1.1 км/с, Vs более 0.6 км/с, УЭС 200-250 Омм.

Профиль 18 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 18 характеризуется следующим геологическим строением. Верхний слой представлен суглинистыми грунтами ИГЭ-5а, со значениями скоростей упругих колебаний Vp менее 1.1 км/с, Vs менее 0.7 км/с, УЭС= 300-500 Омм. На ПК45-87 ИГЭ-5а перекрывает техногенный грунт ИГЭ-1б, Vp менее 0.4 км/с, Vs менее 0.2 км/с, УЭС более 800 Омм. Ниже по разрезу залегает щебенистый грунт ИГЭ-3, скоростей упругих колебаний которого составляют Vp = 1.2 – 2.8 км/с, Vs = 0.6-1.1 км/с, УЭС= 100-200 Омм. Основанием разреза на ПК-10÷70 служит песчаник кварцевый ИГЭ-10 со значениями скоростей упругих колебаний Vp более 1.8 км/с, Vs более 1.1 км/с, УЭС 250-300 Омм, начиная с ПК70, ИГЭ-3 подстилает щебенистый грунт ИГЭ-93, петрофизические характеристики грунта схожи с характеристиками ИГЭ 10.

Профиль 19 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 КВЭЗ.

Разрез профиля 19 характеризуется следующим геологическим строением. На ПК-15÷97 разрез четырехслойный, на ПК97-210 – трехслойный. Верхний слой до ПК97 представлен щебенистым грунтом ИГЭ-3, Vp 0.7-1.1 км/с, Vs = 0.2-0.6 км/с, УЭС = 350-400 Омм. Ниже по разрезу залегает суглинок грунтами ИГЭ-5а, со значениями скоростей упругих колебаний на

ПК-15÷97 Vp = 1.0-1.2 км/с, Vs менее 0.7 км/с, УЭС= 300-500 Омм, на ПК97-205 ИГЭ-5а выходит на поверхность, скорости упруги колебаний уменьшились до значений Vp = 0.8-1.0, Vs = 0.3-0.5 км/с. Ниже ИГЭ-5а залегает дресвяный грунт ИГЭ-2а. Мощность слоя не выдержана, минимальное значение мощности около 4 м на ПК30 максимальное – около 18 м на ПК137. Скорости слоя составляют Vp = 1.2 – 1.5 км/с, Vs = 0.4-0.6 км/с, УЭС= 450-500 Омм. Основанием разреза являются аргиллиты ИГЭ-9г и ИГЭ-9д. Смена ИГЭ-9г на ИГЭ-9д по геофизическим данным происходит на ПК50-85. ИГЭ-9г характеризуются Vp = 1.5-1.8 км/с, Vs = 0.8-1.1 км/с, УЭС = 250-300 Омм, ИГЭ-9д – Vp больше 1.8 км/с, Vs больше 1.1 км/с, УЭС = 250-300 Омм.

Профиль 20 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 КВЭЗ.

Разрез профиля 20 характеризуется следующим геологическим строением. На ПК-15÷15 разрез четырехслойный, ПК15-96 – трехслойный, ПК96-210 – двуслойный. Верхний слой на ПК-15÷15 представлен техногенным грунтом ИГЭ-1б, Vp менее 0.7 км/с, Vs менее 0.6 км/с, УЭС= 300-400 Омм, ниже залегает слой щебенистого грунта ИГЭ-3, выходящий на дневную поверхность на ПК15 и выклинивается на ПК95. Vp = 0.2-0.6 км/с, Vs = 0.1-0.6 км/с, УЭС= 300-900 Омм. Ниже залегает суглинок ИГЭ-5а, который на ПК95 выходит на поверхность, характеризуется Vp = 0.3-1.2 км/с, Vs = 0.2-0.8 км/с, УЭС= 250-300 Омм. Основанием разреза являются аргиллиты ИГЭ-9г, характеризуются Vp больше 1.8 км/с, Vs больше 0.9 км/с, УЭС = 250-300 Омм.

Профиль 21 (Книга 20 Приложение 118). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 КВЭЗ.

Разрез профиля 21 характеризуется следующим геологическим строением. На ПК-15÷15 разрез четырехслойный, ПК15-96 – трехслойный, ПК96-210 – двуслойный. Верхний слой на ПК-15÷15 представлен техногенным грунтом ИГЭ-1б, Vp менее 0.7 км/с, Vs менее 0.6 км/с, УЭС= 300-400 Омм, ниже залегает слой щебенистого грунта ИГЭ-3, выходящий на дневную поверхность на ПК15 и выклинивается на ПК95. Vp = 0.2-0.6 км/с, Vs = 0.1-0.6 км/с, УЭС= 300-900 Омм. Ниже залегает суглинок ИГЭ-5а, который на ПК95 выходит на поверхность, характеризуется Vp = 0.3-1.2 км/с, Vs = 0.2-0.8 км/с, УЭС= 250-300 Омм. Основанием разреза являются аргиллиты ИГЭ-9г, характеризуются Vp больше 1.8 км/с, Vs больше 0.9 км/с, УЭС = 250-300 Омм.

Описание разрезов. Этап 2

Профиль 1 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 КВЭЗ.

Разрез профиля 1 характеризуется следующим геологическим строением. Верхний слой представлен суглинистыми насыпными грунтами ИГЭ-1б. Данные грунты характеризуются пониженными значениями скорости распространения упругих волн - Vp 0.3-0.7 км/с, Vs 0.1-0.5 км/с. УЭС ИГЭ-1б имеет достаточно широкий диапазон значений и составляет 400-1300 Омм. Это связано с неоднородностью грунтов и их слабым водонасыщением.

Ниже по разрезу залегают дресвяные грунты с суглинистым заполнителем ИГЭ-2а. Данные грунты характеризуются средними значениями скорости распространения упругих волн - Vp 0.7-1.4 км/с, Vs 0.5-0.8 км/с. УЭС ИГЭ-2а составляет 150-400 Омм. В области ПК110 происходит выклинивание грунтов.

Ниже по разрезу залегают суглинистые грунты ИГЭ-6б. Данные грунты характеризуются повышенными значениями скорости распространения упругих волн - Vp 1.4-2 км/с, Vs 0.8-1.1 км/с. УЭС ИГЭ-6б составляет 100-250 Омм.

В нижней части разреза встречаются щебенистые грунты ИГЭ-93г. Данные грунты характеризуются высокими значениями скорости распространения упругих волн - Vp 2-2.5км/с, Vs 1.1-1.3 км/с.

Низ разреза представлен аргиллитами средней прочности с высокими значениями скорости распространения упругих волн. Скорости Vp составляют 2.5-3 км/с, Vs - 1.3-1.5 км/с. Подошва слоя по данным геофизики не установлена.

Профиль 2 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 3 КВЭЗ.

Профиль разделен на три участка. На ПК0-50.7 выделяется четырехслойное строение разреза, на ПК65.3-166.4 и ПК 166.4-281.3 пятислойное строение. Профиль характеризуется следующим геологическим строением. Верхний слой представлен суглинистыми насыпными грунтами ИГЭ-1б. Данные грунты характеризуются пониженными значениями скорости распространения упругих волн - Vp 0.3-0.6 км/с, Vs 0.1-0.4 км/с. УЭС ИГЭ-1б имеет достаточно широкий диапазон значений и составляет 400-1300 Омм. Это связано с неоднородностью грунтов и их слабым водонасыщением.

В области ПК0-50.7 ниже по разрезу залегают легкие суглинки ИГЭ-6б. Данные грунты характеризуются широким диапазоном значений скорости распространения упругих волн - Vp 0.6-1.8 км/с. УЭС ИГЭ-6б составляет 100-400 Омм.

В области ПК65.3-166.4 вторым от поверхности слоям являются дресвяные грунты ИГЭ-2а. Данные грунты характеризуются средними значениями скорости распространения упругих волн - Vp 0.6-1.3 км/с, Vs 0.3-0.7 км/с. УЭС ИГЭ-2а составляет 100-300 Омм. В области ПК150-165 происходит смена литологического состава грунтов – дресвяные грунты сменяются щебенистыми ИГЭ-3.

В области ПК166.4-281.3 насыпные грунты подстилают щебенистые грунты ИГЭ-3. Данные грунты характеризуются средними значениями скорости распространения упругих волн - Vp 0.6-1.3 км/с, Vs 0.3-0.7 км/с. УЭС ИГЭ-3 составляет 200-500 Омм.

На участке ПК0-50.7 нижнюю часть разреза составляют щебенистые грунты с суглинистым заполнителем ИГЭ-93г. Данные грунты характеризуются высокими значениями скорости распространения упругих волн - Vp 1.8-3 км/с

На участке ПК65.3-281.3 нижнюю часть разреза составляют аргиллиты различной степени прочности. В области ПК132-281.3 основание разреза представлено аргиллитами очень высокой прочности ИГЭ-9д. Дресвяные грунты ИГЭ-92г характеризуются повышенными значениями скорости распространения упругих волн - Vp 1.3-1.7 км/с, Vs 0.7-1 км/с. Скорости распространения упругих волн в аргиллитах 9г и 9д возрастает с увеличением их плотности и составляет от 1.7 до 3 км/с для Vp и от 1 до 1.5 км/с для Vs.

Профиль 3 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 1 КВЭЗ.

Разрез профиля 3 характеризуется следующим геологическим строением. В области ПК0-30 выделяется слой дресвяных грунтов с суглинистым заполнителем ИГЭ-2а, который выклинивается к ПК30. В области ПК52-106 выделяются техногенные грунты – Слой-1. Грунты Слоя 1 и ИГЭ-2а характеризуются следующими значениями скорости распространения упругих волн - Vp 0.3-1.2 км/с, Vs 0.1-0.7 км/с. УЭС ИГЭ-2а составляет 100-400 Омм, УЭС Слой-1 составляет 500-1300 Омм.

Ниже по разрезу залегают насыпные грунты ИГЭ-1б. Vp составляет 0.6-1.2 км/с, Vs – 0.4-0.7 км/с, УЭС= 200-400 Омм.

В области ПК0-66, на глубине 7.8-17 метров выделяется выклинивающейся слой, представленный дресвяно-щебенистыми грунтами ИГЭ-92г и ИГЭ-93г. Грунты характеризуются повышенными значениями скорости распространения упругих волн - Vp 1.2-1.4 км/с, Vs 0.6-0.8 км/с, УЭС= 150-300 Омм.

Нижняя часть разреза представлена аргиллитами средней прочности и прочными ИГЭ-9г и ИГЭ-9д. Грунты характеризуются высокими значениями скорости распространения упругих волн - Vp 1.4-1.8 км/с, Vs 0.8-1 км/с, УЭС 150-200 Омм – для ИГЭ-9г, и Vp более 1.8 км/с, Vs более 1 км/с для ИГЭ-9д, УЭС менее 150 Омм.

Профиль 4 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 4 характеризуется простым геологическим строением. Разрез двухслойный. Верхний слой представлен насыпными грунтами Слой-1, со значениями скоростей упругих колебаний Vp менее 0.8 км/с, Vs менее 0.5 км/с. Основанием разреза служит щебенистый грунт с суглинистым заполнителем ИГЭ-93г. Vp более 0.8 км/с, Vs более 0.5 км/с, Из-за наличия анкерного поля на поверхности, корректно оценить УЭС по профилю 4 не представлялось возможным.

Профиль 5 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 2 КВЭЗ.

Профиль разделен на три участка. На ПК0-109.9 выделяется двуслойное строение разреза, на ПК146.7-195.6 и ПК257.7-306.9 трехслойное. Геологическое строение разреза по профилю имеет следующий вид.

На ПК0-109.9 верхняя часть разреза представлена легкими суглинистыми грунтами ИГЭ-6б. Данные грунты характеризуются пониженными значениями скорости распространения упругих волн - Vp 0.3-0.7 км/с, Vs 0.1-0.4 км/с. УЭС ИГЭ-6б имеет достаточно широкий диапазон значений и составляет 400-1300 Омм. Это связано с неоднородностью грунтов и их слабым водонасыщением.

Подстилающий слой представлен аргиллитами средней прочности ИГЭ-9г. Скорость распространения Vp в данных грунтах более 0.7 км/с, Vs – более 0.4 км/с. Удельное электрическое сопротивление аргиллитов ИГЭ-9г составляет 150-400 Омм.

В центральной части разреза, на глубине 5.2-19.1 метра выделяется линза прочных порфиритов ИГЭ-11. Скорости Vp составляют 0.7-1.4 км/с, скорости Vs составляют 0.4-0.7 км/с. УЭС меняется от 400 до 1000 Омм.

На ПК146.7-195.6 верхняя часть разреза представлена легкими суглинками насыпного грунта ИГЭ-1б со следующими геофизическими параметрами: Vp – 0.3-0.8 км/с, Vs – 0.1-0.4 км/с. Из-за наличия нагельного поля на линии профиля, нормально оценить УЭС грунтов, слагающих разрез не представлялось возможным. В области ПК182-196 происходит смена литологического состава грунтов – ИГЭ-1б сменяется ИГЭ-1а – насыпным дресвяным грунтом с суглинистым заполнителем.

Ниже по разрезу залегают щебенистые и дресвяные грунты ИГЭ-93г и ИГЭ-92г. Смена литологического состава происходит в области ПК170-176. Данные грунты характеризуются средними значениями скорости распространения упругих волн – Vp 0.8-1.2 км/с, Vs 0.4-0.6 км/с. В области ПК172-196 происходит вклинивание дресвяных грунтов ИГЭ-2а между ИГЭ-1а и ИГЭ-92г.

Нижнюю часть разреза слагают аргиллиты средней прочности ИГЭ-9г со скоростью Vp – 1.2-1.4 км/с и Vs – 0.6-0.7 км/с.

На ПК257.7-306.9 верхняя часть разреза представлена легкими суглинками насыпного грунта ИГЭ-1б. Скорость распространения упругих волн составляет Vp – 0.3-0.7 км/с, Vs – 0.1-0.4 км/с, УДС меняется от 150 до 400 Омм.

Нижняя часть разреза представлена аргиллитами средней прочности ИГЭ-9г со следующими геофизическими параметрами: Vp более 1.4 км/с, Vs более 0.8 км/с, УЭС менее 150 Омм.

Профиль 6 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Профиль разделен на два участка. На ПК0-52.9 выделяется трехслойное строение разреза, а на ПК162.9-211.2 – четырехслойное. Геологический разрез по профилю имеет следующее строение.

На ПК0-52.9 и ПК162.9-211.2 верхняя часть разреза представлена насыпным дресвяным грунтом с суглинистым заполнителем ИГЭ-1а. Данные грунты характеризуются пониженными значениями скорости распространения упругих волн – Vp 0.3-0.8 км/с, Vs 0.1-0.5 км/с. Нормально определить УЭС на участке ПК0-52.9 мешает наличие нагельного поля, значение УЭС на ПК162.9-211.2 составляет 150-300 Омм.

На участке ПК0-52.9 второй от поверхности слой представлен древесными грунтами

ИГЭ-2а. Данные грунты характеризуются средними значениями скорости распространения упругих волн – Vp 0.8-1.4 км/с, Vs 0.5-0.8 км/с.

Нижнюю часть разреза слагают щебенистые грунты с суглинистым заполнителем ИГЭ-93г. Данные грунты характеризуются повышенными значениями скорости распространения упругих волн – Vp более 1.4 км/с, Vs более 0.8 км/с.

На участке ПК162.9-211.2 второй от поверхности слой представлен легким дресвяным суглинком ИГЭ-5а. Данные грунты характеризуются средними значениями скорости распространения упругих волн – Vp 0.8-1.2 км/с, Vs 0.5-0.6 км/с. УЭС характеризуется пониженными значениями и составляет 50-150 Омм.

Нижняя часть разреза представлена дресвяным суглинком ИГЭ-95г. Данные грунты характеризуются средними значениями скорости распространения упругих волн – Vp более 1.2 км/с, Vs более 0.6 км/с. УЭС характеризуется пониженными значениями и составляет 50-130 Омм. Между ИГЭ-5а и ИГЭ-95г вклинилось интрузивное тело, представленное порфиритами ИГЭ-11. Данные породы особенно отчетливо выделяются по данным электротомографии, УЭС составляет 150-500 Омм.

Профиль 7 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ), 2 КВЭЗ.

Профиль разделен на два участка. На ПК0-90 и ПК90-172.1 выделяется четырехслойное строение разреза, которое имеет следующий вид.

На ПК0-26 верхняя часть разреза представлена насыпным дресвяным грунтом с суглинистым заполнителем ИГЭ-1а, а на ПК26-90 – легким, пылеватым суглинком ИГЭ-6б. Данные грунты характеризуются пониженными значениями скорости распространения упругих волн – Vp 0.3-0.6 км/с, Vs 0.1-0.4 км/с. УЭС грунтов составляет 500-1300 Омм.

Ниже по разрезу залегают щебенистые грунты ИГЭ-93г. Данные грунты характеризуются пониженными значениями скорости распространения упругих волн – Vp 0.6-1.2 км/с, Vs 0.1-0.4 км/с. УЭС грунтов составляет 500-1300 Омм.

Профиль 13 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ) и одна точка КВЭЗ.

Разрез профиля 13 характеризуется следующим геологическим строением. Разрез имеет четырехслойное строение. Верхний слой на ПК0-58 представлен суглинком легким пылеватым дресвяным твердым ИГЭ-5а, на ПК58-98 верхний слой представлен дресвяным грунтом с суглинистым твердым заполнителем ИГЭ-2а. Слой характеризуется характеризующиийся низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС ИГЭ-5а составляет 50-200 Омм, УЭС ИГЭ-2а составляет 400-1200 Омм. Ниже по разрезу залегает слой, представленный дресвяным грунтом с суглинистым твердым заполнителем ИГЭ-92г. По геофизическим данным мощность слоя не выдержана, максимальные значения (около 16 м) достигаются в области ПК66, слой выклинивается на ПК28-30. Скорости упругих колебаний Vp = 1.6-1.8 км/с, Vs = 0.6-1.0 км/с, УЭС 180-250 Омм. Ниже залегает слой щебенистого грунта ИГЭ-93г, слой характеризуется относительно высокими значениями скоростями упругих колебаний Vp = 1.8-2.0 км/с, Vs = 0.7-1.0 км/с, УЭС 140-200 Омм. Основанием разреза являются аргиллиты средней прочности ИГЭ-9г. По своим петрофизическим характеристикам ИГЭ-9г обладает скоростями упругих колебаний Vp свыше 1.8 км/с, Vs свыше 1.0 км/с, УЭС свыше 800 Омм.

Профиль 14 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ) и две точки КВЭЗ.

Разрез профиля 14 характеризуется простым геологическим строением. Разрез имеет четырехслойное строение. Верхний слой представлен насыпным грунтом ИГЭ-1б, характеризующийся низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС составляет 60-120 Омм. Ниже по разрезу залегает слой, представленный суглинком легким пылеватым дресвяным твердым ИГЭ-5а. Скорости упругих колебаний Vp =

0.6-1.7 км/с, Vs = 0.4-0.6 км/с, УЭС 200-250 Омм. Ниже залегает слой щебенистого грунта ИГЭ-93г, слой характеризуется относительно высокими значениями скоростями упругих колебаний Vp = 1.8-2.0 км/с, Vs = 0.7-1.0 км/с, УЭС 130-250 Омм. Основанием разреза являются аргиллиты низкой прочности ИГЭ-9а. По своим петрофизическим характеристикам ИГЭ-9а обладает скоростями упругих колебаний Vp свыше 2.0 км/с, Vs свыше 0.8 км/с, УЭС свыше 130-200 Омм.

Профиль 15 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ) и три точки КВЭЗ. Разрез по электротомографии на Профиле 15 мало информативен. Авторы затрудняются ответить на вопрос, что послужило причиной этому.

Разрез профиля 15 характеризуется простым геологическим строением. Разрез имеет трехслойное строение. Верхний слой представлен суглинком легким пылеватым дресвяным твердым ИГЭ-5а, характеризующийся низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС составляет 150-1000 Омм. Ниже по разрезу залегает слой, представленный дресвяным грунтом ИГЭ-92. Скорости упругих колебаний Vp = 0.6-1.1 км/с, Vs = 0.4-0.6 км/с. Основанием разреза являются аргиллиты средней прочности ИГЭ-9г. По своим петрофизическим характеристикам ИГЭ-9г обладает скоростями упругих колебаний Vp свыше 1.2 км/с, Vs свыше 0.6 км/с.

Профиль 16 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ) и одна точка КВЭЗ.

Разрез профиля 16 характеризуется простым геологическим строением. На ПК0-27 разрез имеет четырехслойное строение, на ПК 27-54 разрез имеет трехслойное строение. Верхний слой (ПК0-27) представлен дресвяным грунтом ИГЭ-2а, характеризующийся низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС составляет 100-150 Омм. На ПК27-54 верхний слой представлен суглинком легким пылеватым дресвяным твердым ИГЭ-5а, характеризующийся низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС составляет 250-1000 Омм. Ниже по разрезу залегает слой, представленный дресвяным грунтом ИГЭ-92. Скорости упругих колебаний Vp = 0.6-1.1 км/с, Vs = 0.4-0.6 км/с. Основанием разреза являются аргиллиты средней прочности ИГЭ-9г. По своим петрофизическим характеристикам ИГЭ-9г обладает скоростями упругих колебаний Vp свыше 1.4 км/с, Vs свыше 0.6 км/с.

Профиль 19 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ) и две точки КВЭЗ. В виду того, что профиль сечется дорогой, он состоит из двух частей.

Разрез профиля 19 характеризуется сложным геологическим строением.

ПК0-98.6. Верхний слой на ПК0-54 представлен дресвяным грунтом с суглинистым заполнителем ИГЭ-2а, характеризующийся низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС составляет 250-500 Омм, на ПК54-100 представлен насыпным грунтом ИГЭ-1а, характеризующийся низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.4 км/с УЭС составляет 250-300 Омм. На ПК54-100 ниже по разрезу залегает слой, представленный дресвяным грунтом ИГЭ-2а и суглинком легким ИГЭ-5а. Скорости упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs = 0.4км/с, УЭС около 200 Омм. Выделить эти ИГЭ по отдельности авторами не удалось, вследствие схожести петрофизических характеристик. Ниже по разрезу залегает слой, представленный дресвяным грунтом ИГЭ-92, слой Скорости упругих колебаний слоя составили Vp 1.3-1.6 км/с, Vs 0.5-0.6км/с, УЭС около 200 Омм. В интервале ПК40-84 отмечается щебенистый грунт ИГЭ-93г, Vp 0.8-1.2 км/с, Vs 0.4 – 0.6км/с, УЭС около 200 Омм. Основанием разреза являются аргиллиты средней прочности ИГЭ-9г. По своим петрофизическим характеристикам ИГЭ-9г обладает скоростями упругих колебаний Vp свыше 1.6 км/с, Vs свыше 0.8 км/с, УЭС =200-250 Омм. По высоким значениям

продольных волн Vp свыше 2.0 км/с, Vs свыше 1.1 км/с можно предположить наличие прочного аргиллита ИГЭ-9д.

ПК140.9-244.3. Верхний слой на представлен насыпным грунтом ИГЭ-1а и ИГЭ-1б, характеризующийся низкими значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.5 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС для ИГЭ-1а 800-1000 Омм, для ИГЭ-1б – 200-600 Омм, Ниже по разрезу залегает слой, который на ПК146-200 представлен суглинком легким ИГЭ-5а, а на ПК190-245 – дресвяным грунтом ИГЭ-2а. Скорости упругих колебаний для этих ИГЭ схожи: Vp до 1.0-1.2 км/с, Vs = 0.6-0.7 км/с; данные ИГЭ различаются по значению УЭС, которые составляют для ИГЭ-5а около 200 Омм, а для ИГЭ-2а 500-700 Омм. В интервале ПК154-216 залегает дресвяный грунт ИГЭ-92г, Vp 1.2-1.3 км/с, Vs 0.7 – 0.8км/с, УЭС около 200 Омм. Ниже залегает слой, который представлен щебенистым грунтом ИГЭ-93г. Обладает скоростями упругих колебаний Vp = 1.3-1.5 км/с, Vs свыше 0.8 км/с, УЭС =200-250 Омм Основанием разреза являются аргиллиты средней прочности ИГЭ-9г. По своим петрофизическим характеристикам ИГЭ-9г обладает скоростями упругих колебаний Vp свыше 1.5 км/с, Vs свыше 0.8 км/с, УЭС =200-250 Омм. На ПКП226-244 по высоким значениям продольных волн Vp (свыше 1.8 км/с), можно предположить наличие прочного аргиллита ИГЭ-9д.

Профиль 39 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 39 характеризуется следующим геологическим строением. Разрез имеет трехслойное строение. Верхний слой представлен суглинком ИГЭ-6б, характеризующийся значениями скоростей упругих колебаний Vp до 1.0 км/с, Vs до 0.6 км/с, УЭС свыше 800 Омм. На ПК0-70 по геофизическим данным суглинок ИГЭ-6б перекрывается отложениями, значения УЭС которых ниже, чем у ИГЭ-6б. Можно предположить, что это суглинистые грунты ИГЭ-5а. Ниже по разрезу залегает слой, представленный щебенистым грунтом ИГЭ-93г, Vp =1.2-1.4 км/с, Vs 0.6-0.8 км/с, УЭС 200-250 Омм. Основанием разреза по геофизическим данным является аргиллит низкой прочности ИГЭ-9г. По своим петрофизическим характеристикам ИГЭ-9г обладает скоростями упругих колебаний Vp свыше 1.6 км/с, Vs свыше 0.8 км/с., УЭС = 250-300 Омм.

Профиль 43 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ) и одна точка ВЭЗ.

Разрез профиля 43 характеризуется следующим геологическим строением. Разрез имеет пятислойное строение. Верхний слой представлен насыпным грунтом ИГЭ-1а, характеризующийся значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.4 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС свыше 800 Омм. Ниже по разрезу залегает слой, представленный щебенистым грунтом ИГЭ-3, Vp =0.4-0.7 км/с, Vs = 0.4-0.5 км/с, УЭС свыше 800 Омм. Третьи от поверхности слоем являются отложения суглинка ИГЭ-6б, характеризующийся Vp =0.7-1.1 км/с, Vs = 0.5-0.6 км/с, УЭС свыше 600 Омм. Ниже залегает щебенистый грунт ИГЭ-93г, Vp =1.1-1.5 км/с, Vs = 0.6-0.9 км/с, УЭС = 250-300 Омм. Основанием разреза по геофизическим данным является аргиллит средней прочности ИГЭ-9г. По своим петрофизическим характеристикам ИГЭ-9г обладает скоростями упругих колебаний Vp свыше 1.6 км/с, Vs свыше 0.9 км/с., УЭС = 200-250 Омм.

Профиль 46 (Книга 21 Приложение 119), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 46 характеризуется следующим геологическим строением. Разрез имеет двуслойное строение. Верхний слой представлен суглинком легким пылеватым щебенистым полутвердым ИГЭ-6б, характеризующийся значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.7 км/с. Ниже по разрезу залегает слой, представленный щебенистым грунтом, неоднородным, средней степени водонасыщения, средней прочности ИГЭ-93г, Vp =1.0 км/с.

Профиль 47 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 47 характеризуется следующим геологическим строением. Разрез имеет пятислойное строение. Верхний слой представлен насыпным грунтом ИГЭ-1а, характеризующийся значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.4 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС =400-500 Омм. Ниже по разрезу залегает слой, представленный суглинком ИГЭ-6б, Vp = 0.4-0.7 км/с, Vs = 0.4-0.5 км/с, УЭС = 200-300 Омм. Третьи от поверхности слоем являются отложения щебенистого грунта ИГЭ-3, характеризующиеся Vp =0.7-1.0 км/с, Vs = 0.4-0.5 км/с, УЭС около 600 Омм. Отложения дресвяного грунта ИГЭ-92 и щебенистого грунта ИГЭ-93г по геофизическим данным разделить не удалось, эти отложения объединены единый слой с петрофизическими характеристиками Vp выше 1.1 км/с, Vs = 0.5 км/с, УЭС = 250-300 Омм. Основанием разреза по геофизическим данным является аргиллит средней прочности ИГЭ-9г. глубинности сейсморазведочных данных не хватило для определения положения кровли ИГЭ-9г. Кровля проведена по данным электротомографии.

Профиль 50 (Книга 21 Приложение 119). На профиле выполнены электротомография (ЭТ), сейсморазведка методом КМПВ (СТ).

Разрез профиля 50 характеризуется следующим геологическим строением. Разрез имеет двуслойное строение. Верхний слой представлен дресвяным грунтом ИГЭ-2а, характеризующийся значениями скоростей упругих колебаний Vp до 0.7 км/с, Vs до 0.4 км/с, УЭС =150-300 Омм. Стоит обратить внимание на высокоомную аномалию на ПК45-60, которая может быть связана с разуплотнением пород и возникновению потенциального оползня. Основанием является щебенистый грунт ИГЭ-93г, Vp больше 0.7-1.2 км/с, Vs до 0.7-0.8 км/с, УЭС =200-250 Омм.

4. Сейсмическое микрорайонирование

4.1. Введение

Сейсмическое микрорайонирование (СМР) территории инженерных изысканий произведено на основании:

– анализа сейсмичности территории по фондовым материалам [13];
– установления исходной балльности;
– опосредованного расчёта приращения балльности по методу сейсмической жесткости;
– составления карты СМР с нанесением тектонических особенностей района работ.

Состав работ включал проработку геолого-тектонической обстановки, сопоставительный анализ геолого-геофизических показателей, полученных по результатам инженерно-геологический изысканий в 2007 и 2014 г.г. и составления заключения по сейсмичности территории с рекомендациями для проведения дальнейших проектных работ.

4.2. Краткая геолого-тектоническая обстановка

В региональном тектоническом плане участок работ приурочен к Гойтхско-Ачишхинской складчатой зоне Закавказской плиты. Гойтхско-Ачишхинская складчатая зона объединяет фрагменты тектонически совмещенных в киммерийский этап нижнее-среднеюрских Псехако-Березовской и Гойтхской структурно-фациальных зон (СФЗ). В более локальном плане тектоническое строение участка определяет Псехако-Березовская СФЗ (аллохтон) Гойтхско-Ачишхинской складчатой зоны.

В современной структуре Псехако-Березовский аллохтон образует узкий от 1 до 4 км, бескорневой тектонический блок, погружающийся на севере под Главный Кавказский разлом, по которому граничит с Псеашхинской СФЗ (паравтохтон - увлечённая движущимся тектоническим покровом часть автохтона, испытавшая незначительное перемещение) складчато-глыбового поднятия Главного хребта. С юга он ограничен Краснополянским и Бекишейским разломами от Краснополянской зоны Гагро-Джавского складчато-глыбового

поднятия. Тектонический блок характеризуется широким развитием кливажа, ориентированного субпараллельно сместителю Главного Кавказского разлома с азиму том падения на север-северо-восток под углом 50-60° и мелких запрокинутых на юго-запад складок с общим падением зеркала складчатости на северо-восток под углами 30-40° (Государственная геологическая карта лист K-37-V, С.П., ВСЕГЕИ 2002).

Дизъюнктивная тектоника Гойтхско-Ачишхинской зоны представлена разноориеитированиыми вертикальными нарушениями, среди которых выделяются три системы: общекавказская (290-300°), субширотная и субмеридиональиая. Разрывы, в основном, малоамплитудные (первые сотни метров). Зоны разрывов сопровождаются интенсивным рассланцеванием пород. Разрывные нарушения представлены Краснополянским, Бекишейским и Мзымтинским разломами (Рисунок 11, 12).

Рисунок 11. Схема тектонического районирования исследуемого района
(17,19 – Гагрско-Джавское складчато-глыбовое поднятие; 15 – Гойтхско-Ачишхинская складчатая зона; 1 – Складчато-глыбовое поднятие Главного хребта; 4 – Складчато-глыбовое поднятие Передового хребта)

Краснополянский разлом выражен крутопадающей к северу зоной и представляет собой серию сближенных взбросов и надвигов с северным, северо-восточным падением сместителей под углом 40-60° в горной части и сдвиговой составляющей правостороннего типа. Мощность зон дробления составляет 100-400 м. Он четко фиксируется на аэрофотоснимках и выражается в виде уступов или перегибов в рельефе. Амплитуда Краснополянского надвига оценивается в несколько километров.

Мзымтинский разлом прослеживается вдоль основания правого борта долины р. Мзымты, от пос. Красная Поляна до пос. Эсто-Садок и далее на восток трассируется вдоль левого борта долины. Он имеет северо-восточное простирание и крутопадающий сместитель. Сдвиговая амплитуда разлома возможно имеет не менее километра.

Бекишейский разлом взбросо-надвигого типа отделяет на севере Новороссийско Лазаревский аллохтон от Гойтхско-Ачишхинской зоны. Это сложно построенный разлом общекавказкого простирания, имеющий ряд ответвлений второго порядка.

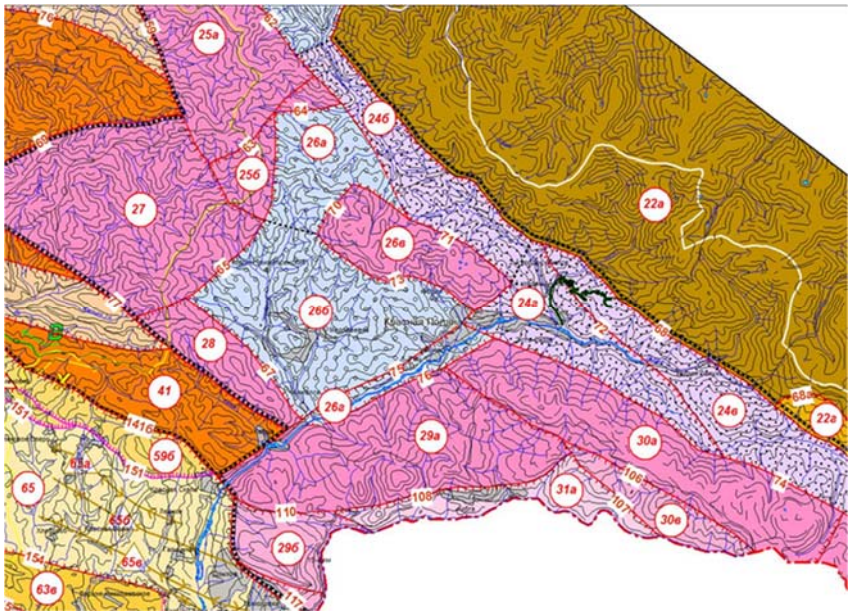


Рисунок 12. Фрагмент схемы новейших структур зоны южного ступенчатого склона центрального сегмента мегасвода Большого Кавказа

Для обеспечения безопасности проектируемых зданий и сооружений в процессе строительства и при эксплуатации наиболее важным является изучение современных тектонических нарушений, т.е. разломов по которым подвижки происходили в четвертичное время. Значительный интерес для инженерной геологии представляют и дочетвертичные разломные нарушения. Часто именно к зонам разломов приурочены крупные оползни, селевые бассейны, иные проявления геотехнической неустойчивости грунтов.

Исходя из особенностей тектонического строения территории, определяющегося наличием синклинальной складки с субширотной ориентировкой оси, расположенной вдоль водораздела хребта Псехако, большинство межпластовых зон смятия также образовано вдоль данного направления. Остальные различно ориентированные разрывные зоны всех порядков являются секущими и, как правило, крутопадающими. Эти секущие зоны хорошо выделяются при картографическом дешифрировании в виде линиаментов, образованных гидрографической сетью и направлениями глубоко врезанных линейных балок.

В период орогенного воздымания горно-складчатого сооружения Большого Кавказа на рисунок общекавказской системы нарушений наложились современные (неотектонические) разрывные нарушения, сформировавший нынешний облик рельефа. Некоторые из неотектонических нарушений унаследовали дочетвертичные (общекавказские) разломы, другие проявились в новой системе.

Непосредственно участок работ приурочен к водораздельной части хребта Псехако и северо- восточному и приводораздельному склонам.

В районе изучаемой площадки по данным ранее проведенных исследований ось глубинного Эстосадокского разлома испытывает значительное изменение направления и амплитуды, обусловленное возникновением в структуре мегантиклинория Главного хребта Псеашхинского грабена (Рисунок 12, 13).

4.3. Обоснование исходной балльности

Помимо глубинного Эстосадокского разлома в пределах участка отмечено несколько разломов более низких порядков, образующих систему нарушений северного замыкания бзыбско-казбекской структурно-фациальной зоны. Данные нарушения характеризуются небольшими амплитудами и в настоящее время не оказывают влияния на формирование инженерно-геологической обстановки в пределах участка.

В рамках проведения инженерно-геологических изысканий ООО «ГЕО-ИНЖИНИРИНГ» в

2007 г на объекте: «Дом приема официальных делегаций и квартал коттеджной застройки «Лаура» в с. Эсто-Садок, Адлерского района г. Сочи. Горно-туристский центр ГТЦ ОАО «Газпром» (2-я очередь)» проводились маршрутные обследования и выполнялись специальные структурнотектонические, газовоэманационные и радиометрические исследования, в результате которых были выявлены тектонические нарушения различной степени современной активности как общекавказского, так и субмеридионального простирания.

Достоверность дешифрированных зон подтверждается геолого-геоморфологическими наблюдениями, данными опробования и изотопного анализа водорода в поверхностных водах, ориентировкой сближенных аномалий радона, метана водорода и углекислого газа, рассматривая такие аномалии как некие эманационные зоны, контролирующие наиболее активные разрывные зоны. Помимо радоновых аномалий эти зоны подтверждены аномальными содержаниями протия, метана, водорода, углекислого газа.

При возникновении сейсмических событий возможны подвижки по склонам с моноклинальным залеганием пород, где направление пород совпадает с уклоном склона. Сейсмическиактивные тектонические разрывы сопровождаются зонами трещиноватости, раздробленности и обводненности, что является факторами развития оползневых процессов.

В таблицах 8 и 9 даны основные параметры каждого из структурных элементов – линеаментов и доменов, определяющих сейсмическую опасность в районе Большого Сочи.

Таблица 8 - Основные параметры линеаментов, определяющих сейсмическую опасность в районе Большого Сочи (база данных ОСР-2015, ИФЗ РАН)

Номер линеамента на карте зон ВОЗ	Длина линеамента в км	Координаты концов линеамента в градусах		График повторяемости землетрясений		Глубина кровли сейсмоактивного слоя H, км
		С.Ш.	В.Д.	Магнитуда Ms	Среднегодовой поток сейсмических событий на всю площадь	
1	2	3	4	5	6	7
L015	314.55	45.590	36.040	6.5	0.00514870	19.7
		44.370	39.570	6.0	0.00718850	14.7
L018	122.2	45.190	37.100	6.5	0.00199230	19.0
		44.450	38.220	6.0	0.00278160	14.0
L022	69.15	44.450	38.220	6.5	0.00113480	19.0
L025	52.5	44.720	38.830	7.0	0.00073680	24.9
		44.420	39.330			
L026	125.7	44.160	38.970	6.5	0.00205610	19.0
		43.480	40.190	6.0	0.00287070	14.0
L027	89.95	44.400	39.360	6.5	0.00146970	19.0
		43.830	40.140	6.0	0.00205190	14.0
L028	94.25	44.370	39.570	6.5	0.00153870	22.0
		43.860	40.490	6.0	0.00214830	17.0
L030	127.65	43.420	40.190	7.0	0.00178210	25.0
		42.880	41.540	6.5	0.00207460	20.0
				6.0	0.00289650	15.0
L031	104.55	43.830	40.250	7.0	0.00147190	24.0
		43.330	41.320	6.5	0.00171350	19.0
				6.0	0.00239240	14.0
L032	183.35	38.570	40.440	7.0	0.00257250	21.0
		37.920	38.600	6.5	0.00299490	16.0
				6.0	0.00418130	11.0
L033	245.95	38.570	40.440	7.0	0.00346800	29.3
		37.880	42.990	6.5	0.00403730	24.3
				6.0	0.00563680	19.3

L034	134.45	43.860	40.490	6.5	0.00220460	22.0
		43.410	42.000	6.0	0.00307800	17.0

Таблица 9 - Основные параметры доменов, определяющих сейсмическую опасность в районе Большого Сочи (база данных ОСР-2015, ИФЗ РАН)

Номер домена на карте зон ВОЗ ОСР-2015	Площадь домена в кв. км	Координаты вершин домена (многоугольника) в градусах		График повторяемости землетрясений		Глубина кровли сейсмоактив-ного слоя, Н (км)
		С.Ш.	В.Д.	Магнитуда Ms	Среднегодовой поток сейсмич. событий на всей площади домена	
1	2	3	4	5	6	7
D0086	29645	45.660	36.000	5.5	0.00980000	9.0
		45.680	36.190	5.0	0.01880000	9.0
		44.790	38.340	4.5	0.03610000	9.0
		44.690	38.870	4.0	0.06920000	9.0
		43.820	40.540			
		43.500	41.480			
		42.920	40.960			
		43.180	40.290			
		44.230	38.670			
		44.400	37.930			
		44.750	36.860			
		45.180	36.170			
		45.480	35.980			
		45.660	36.000			
D0095	16008	44.400	37.930	5.5	0.00747880	9.0
		44.230	38.670	5.0	0.01878590	9.0
		43.180	40.290	4.5	0.04718820	9.0
		42.920	40.960	4.0	0.11853130	9.0
		42.710	41.540			
		42.040	40.710			
		42.060	40.690			
		42.650	40.160			
		44.400	37.930			

С учетом охарактеризованной в таблицах базы данных наиболее сильных землетрясений и выделенных доменов в ОИФЗ РАН для района Сочи был выполнен вероятностный анализ сейсмической опасности в параметрах сейсмической интенсивности в баллах и в значениях пиковых ускорений A_{max} в см/с^2 для различных периодов повторяемости колебаний на грунтах II категории по сейсмическим свойствам (Рисунок 13, 14). Эти рисунки иллюстрируют детализацию карт ОСР-2015 А и ОСР-2015 В в пределах территории, представленную в дробных долях баллов – с шагом 0,1 балла. Использование детализированных карт вполне оправданно, поскольку позволяет получить более точные параметры исходных сейсмических воздействий для проведения СМР с учётом влияния на сейсмический эффект конкретных грунтов. В этом случае результаты СМР будут ближе к реальности, чем при использовании мелкомасштабных карт ОСР-2015 с целочисленными баллами.

Таким образом, учитывая утверждение Заказчиком карты ОСР-2015 (В), исходная балльность для участка работ принимается 9 баллов (Рисунок 14).

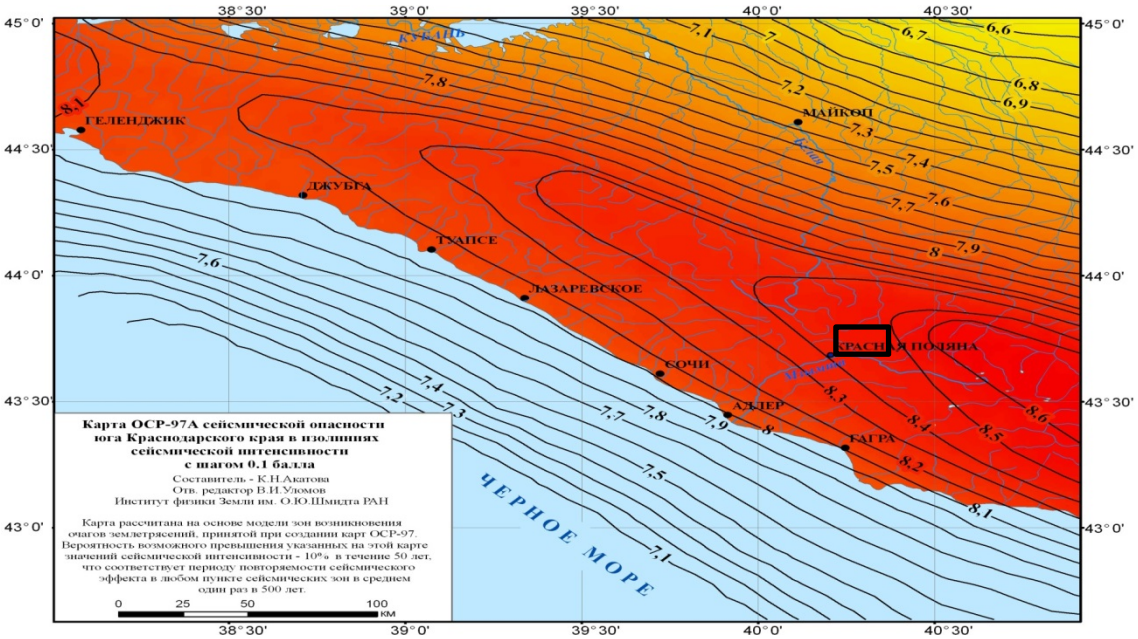


Рисунок 13. Фрагмент карта ОСР 2015 (А).

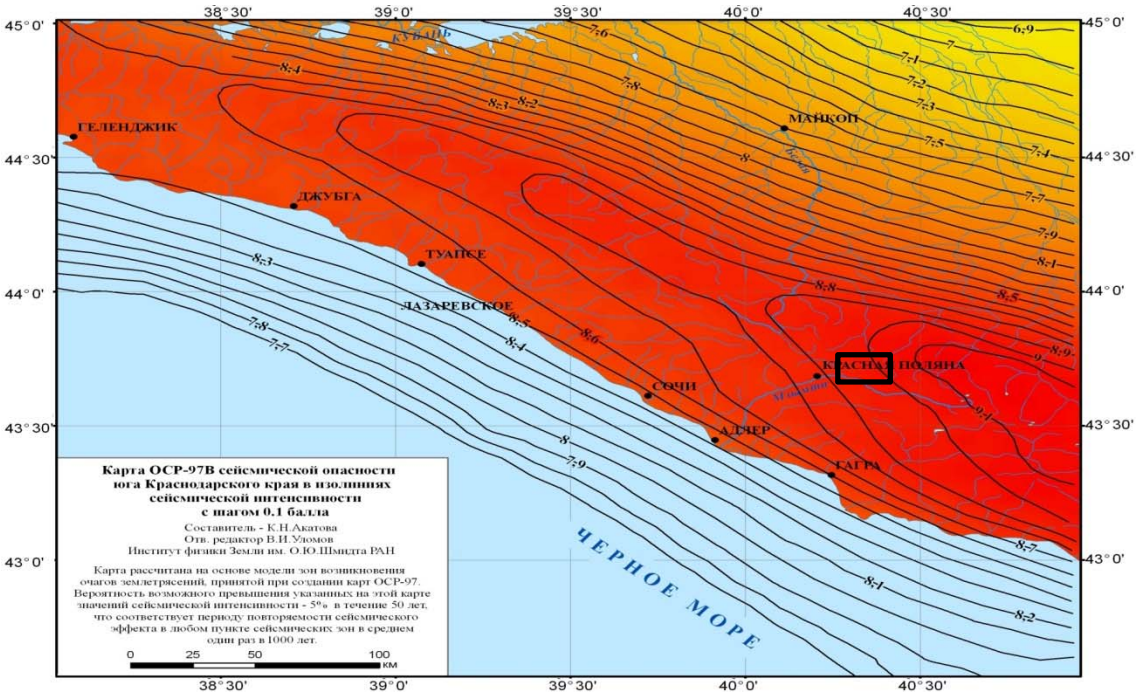


Рисунок 14. Фрагмент карта ОСР 2015 (В).

4.4. Сопоставительный анализ результатов геолого-геофизических данных 2007 и 2014 г.г.

Сопоставительный анализ произведен с целью возможности использования результатов сейсмического микрорайонирования ОАО *«Росстройизыскания»* и Институтом геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН. Для сравнения были выбраны три наиболее информативных геофизических профиля из архивных данных ОАО *«Росстройизыскания»* за 2007 год и три профиля из данных ООО «РосинжинирингПроект» за 2014 год, имеющие близкое расположение друг к другу. Это ПР4 (2007 год) и ПР15 (2014 год), ПР6 (2007 год) и ПР19 (2014 год), ПР3 (2007 год) и ПР3 (2014 год).

ПР4 (2007 год) и ПР15 (2014 год). Профиль 4 (Рисунок 15), по сейсморазведочным

данным, имеет трехслойное строение, а профиль 15 (Рисунок 15а) четырехслойное. Выделение дополнительного слоя в верхней части разреза по профилю 15 связано с началом строительных работ и, как следствие, с появлением техногенного слоя (насыпного грунта) в 2014, которого в 2007 году на профиле 4 еще не было. Значение скорости поперечных волн Vs в данном слое по данным за 2014 год составляет 0.23 - 0.28 км/с и плотности ρ равной 1.85 кг/м^3. Мощность слоя не выдержана по горизонтали и изменяется от 3 до 7 метров.

Ниже по разрезу расположен слой суглинка тяжелого, песчанистого и с дресвой. По данным за 2007 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.25 – 0.33 км/с, плотности ρ - 2.0 – 2.1 кг/м^3. По данным за 2014 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.34 – 0.45 км/с, плотности ρ - 1.95 – 2.01 кг/м^3. Слой имеет плавные границы. Подошва слоя расположена на глубине 10 – 15 метров.

Следующий слой представлен дресвяно-щебенистыми грунтами с суглинистым заполнителем. По данным за 2007 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.35 – 0.45 км/с, плотности ρ - 2.1 – 2.2 кг/м^3. По данным за 2014 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.45 – 0.5 км/с, плотности ρ - 2.11 – 2.14 кг/м^3. Слой имеет плавные границы, мощность не полностью выдержана по горизонтали и меняется от 2 до 6 метров.

Самый нижний слой представлен средневыветрелыми аргиллитами повышенной прочности. По сейсморазведочным данным подошва слоя не установлена. По данным за 2007 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.9 – 1.1 км/с, плотности ρ - 2.65 – 2.75 кг/м^3. По данным за 2014 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 1.1 – 1.2 км/с, плотности ρ - 2.6 – 2.74 кг/м^3.

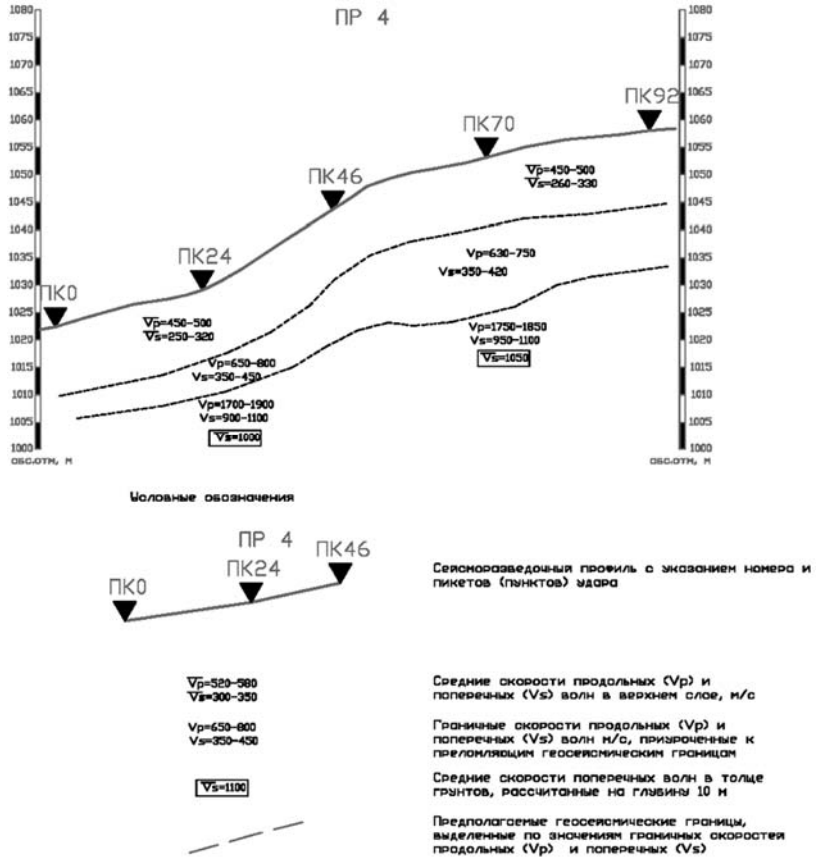


Рисунок 15. Геосейсмический разрез по профилю ПР4, ООО «Росстройизыскания», 2007 г.

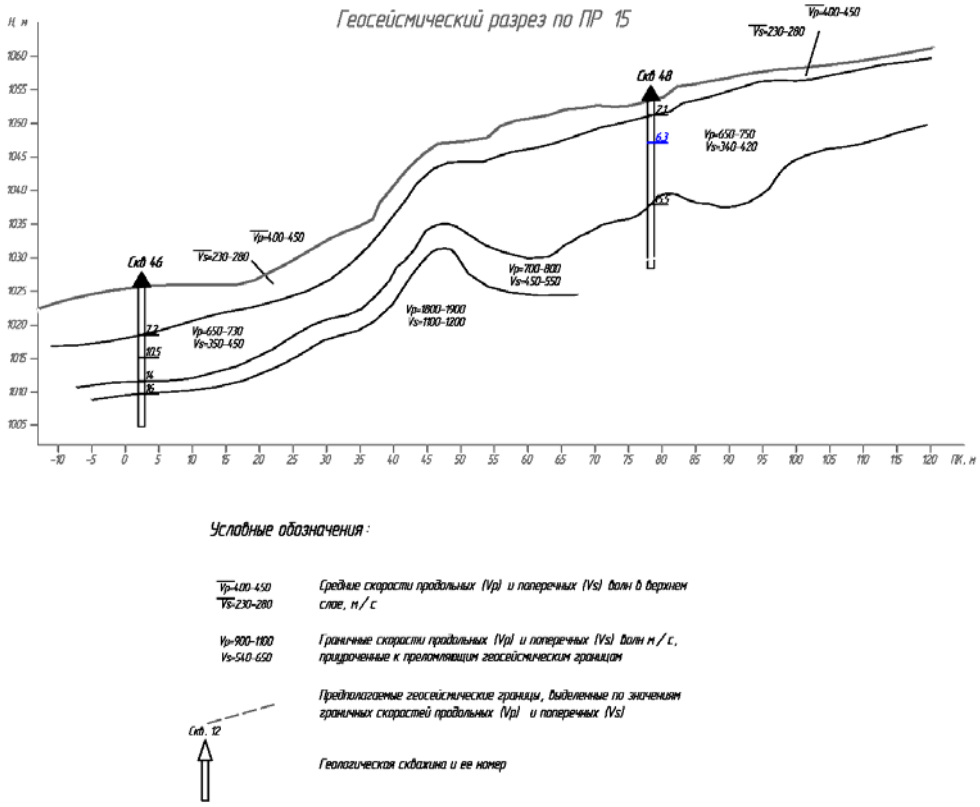


Рисунок 15а. Геосейсмический разрез по профилю ПР15, ООО «Росинжиниринг Проект» 2014 г.

ПР6 (2007 год) и ПР19 (2014 год). Профиль 6 (Рисунок 16) и профиль 19 (Рисунок 16а), по сейсморазведочным данным имеют четырехслойное строение. Первый слой представлен суглинистыми грунтами с дресвой. Значение скорости поперечных волн Vs в данном слое по данным за 2007 год составляет 0.2 - 0.28 км/с и плотности ρ равной 1.85 – 1.9 кг/м^3. По данным за 2014 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.23 – 0.29 км/с Мощность слоя выдержана по горизонтали и имеет мощность 5 - 7 метра.

Ниже по разрезу расположен слой дресвяных грунтов. По данным за 2007 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.33 – 0.4 км/с, плотности ρ - 2.0 – 2.1 кг/м^3. По данным за 2014 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.36 – 0.43 км/с, плотности ρ - 1.95 – 2.01 кг/м^3. Слой имеет плавные границы. Слой имеет мощность 5 – 10 метров.

Следующий слой представлен дресвяно-щебенистыми грунтами с суглинистым заполнителем. По данным за 2007 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.43 – 0.5 км/с, плотности ρ - 2.1 – 2.2 кг/м^3. По данным за 2014 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.45 – 0.55 км/с, плотности ρ - 2.11 – 2.14 кг/м^3. Мощность слоя не полностью выдержана по горизонтали и меняется от 4 до 12 метров.

Самый нижний слой представлен средневыветрелыми аргиллитами низкой прочности. По сейсморазведочным данным подошва слоя не установлена. По данным за 2007 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.58 – 0.7 км/с, плотности ρ - 2.65 – 2.75 кг/м^3. По данным за 2014 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.63 – 0.7 км/с, плотности ρ - 2.6 – 2.74 кг/м^3.

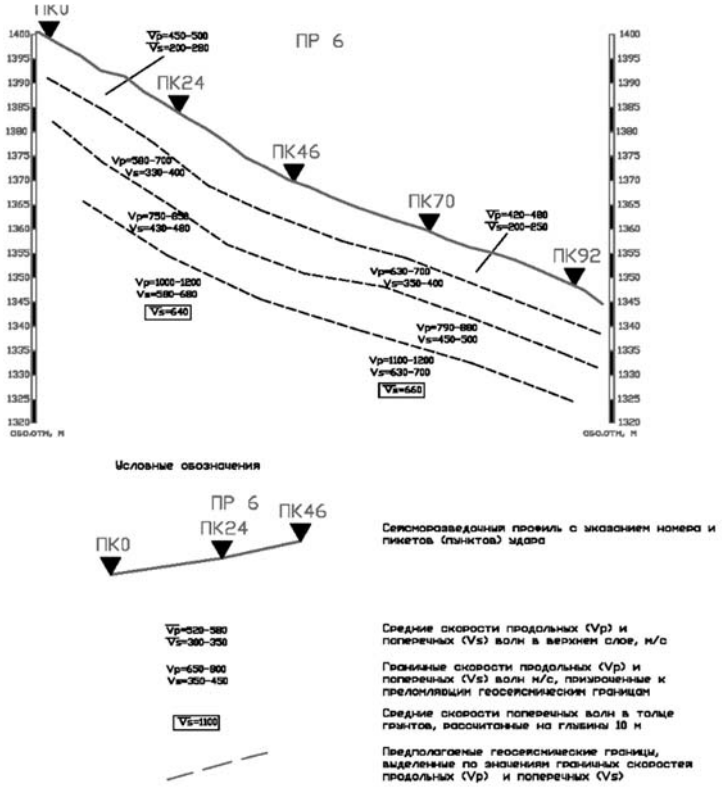


Рисунок 16. Геосейсмический разрез по профилю ПР6, ООО «Росстройизыскания», 2007 г.

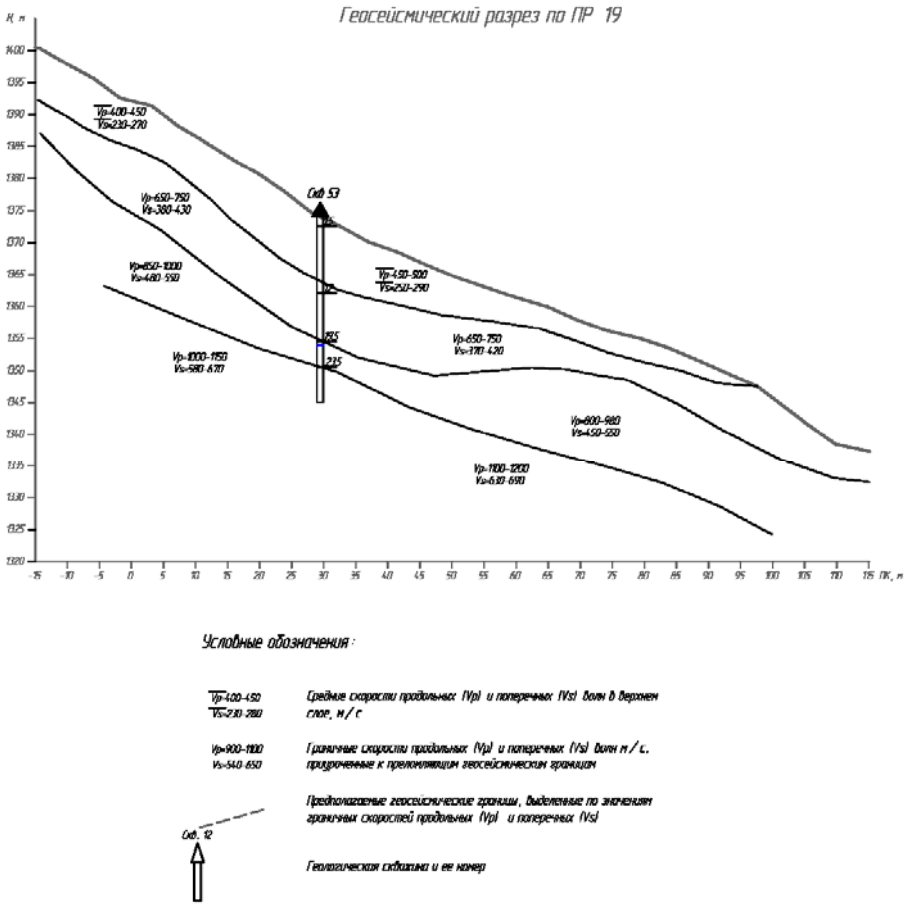


Рисунок 16а. Геосейсмический разрез по профилю ПР32, ООО «Росинжиниринг Проект», 2014 г.

ПР3 (2007 год) и ПР3_1 (2014 год). Профиль 3 (Рисунок 17) по сейсморазведочным данным имеет двухслойное строение, а Профиль 3_1 (Рисунок 17а) трехслойное. Выделение дополнительного слоя в верхней части разреза по профилю 3_1 связано с началом строительных работ и, как следствие, с появлением техногенного слоя (насыпного грунта) в 2014, которого в 2007 году на профиле 4 еще не было. Значение скорости поперечных волн Vs в техногенных грунтах по данным за 2014 год составляет 0.23 - 0.29 км/с и плотности ρ равной 1.85 кг/м^3. Мощность слоя выдержана по горизонтали и изменяется от 3 до 5 метров.

Глубже по разрезу залегают дресвяно-щебенистые грунты с суглинистым заполнителем. По данным за 2007 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.35 – 0.42 км/с, плотности ρ - 2.0 – 2.1 кг/м^3. По данным за 2014 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.45 – 0.55 км/с, плотности ρ - 1.95 – 2.01 кг/м^3. Слой имеет плавные границы. Слой имеет невыдержанную мощность по горизонтали, которая меняется от 15 до 25 метров.

Нижний слой представлен средневыветрелыми аргиллитами средней прочности, среднеплотными плотными. По сейсморазведочным данным подошва слоя не установлена. По данным за 2014 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.6 – 0.69 км/с, плотности ρ - 2.66 – 2.8 кг/м^3. По данным за 2007 год скорости распространения поперечных волн Vs в данном слое составляют 0.55 – 0.65 км/с

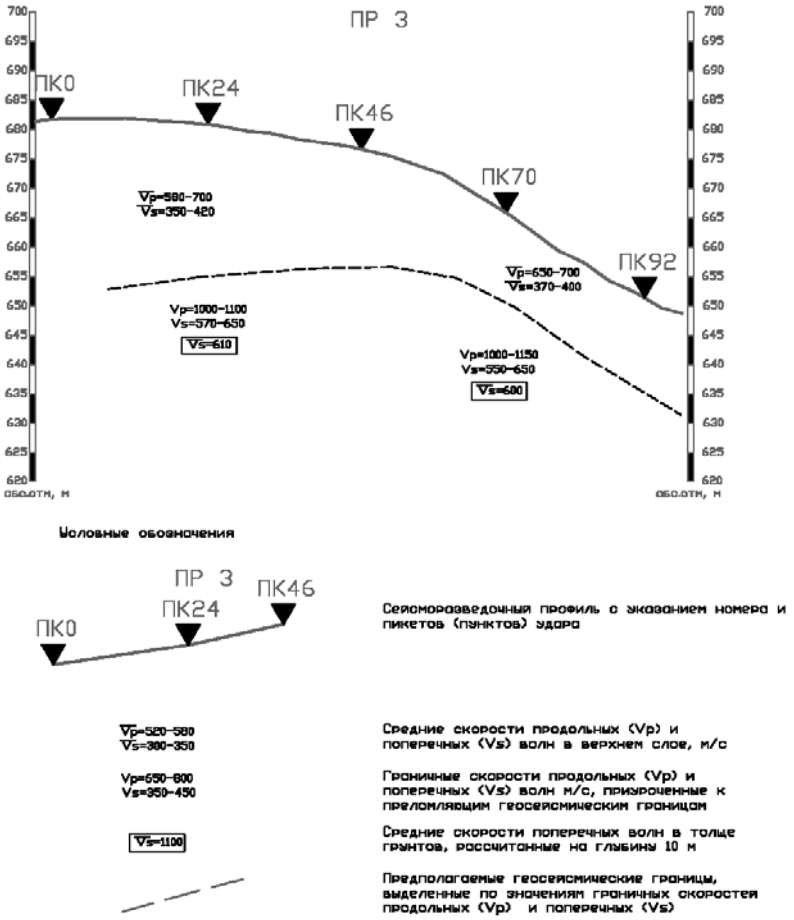


Рисунок 17. Геосейсмический разрез по профилю ПР3, ООО «Росстройизыскания», 2007 г.

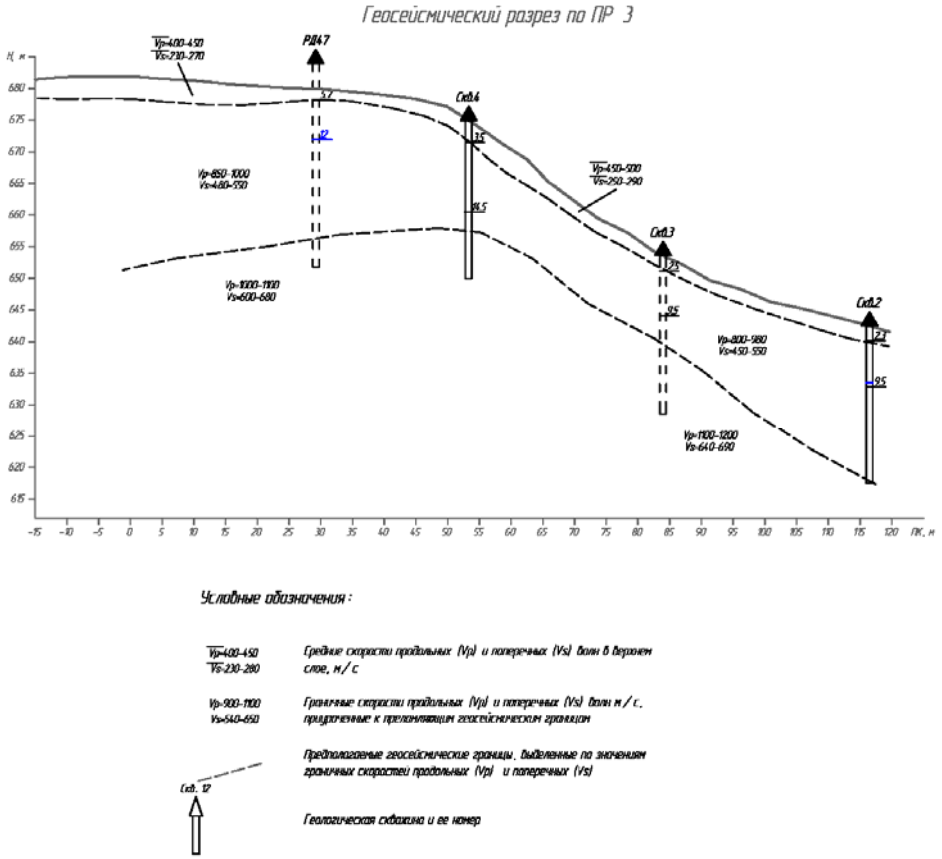


Рисунок 17а. Геосейсмический разрез по профилю ПР3_1, ООО «Росинжиниринг Проект», 2014 г.

В результате сопоставительного анализа геолого-геофизических условий территории исследования за 2007 год (ОАО «Росстройизыскания») и 2014 год (ООО «РосинжинирингПроект») было установлено следующее:

1) Характеристика литологического состава грунтов на территории объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» совпадают с литологическим составом грунтов, представленных в отчете ОАО «Росстройизыскания» и Институтом геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН;
2) Скорости распространения поперечных упругих волн в грунтах, полученных в 2014 году, совпадают в пределах точности измерений со скоростью распространения поперечных упругих волн, полученных ОАО «Росстройизыскания» в 2007 году, что говорит о неизменности сейсмических условий со временем.
3) Основываясь на рекомендациях Ю.И. Баулина «Программа работ на выполнение инженерных изысканий по сейсмическому микрорайонированию для разработки проектной документации», (РСН 65-87 «Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование»), по расчетам уровня сейсмической опасности, для оценки приращения сейсмической интенсивности водонасыщенных грунтов используются только значения поперечных волн – Vs, поэтому поправка за положение УГВ не учитывается.

Результаты сопоставительного анализа геолого-геофизических условий территории исследования за 2007 год (ОАО «Росстройизыскания») и 2014 год (ООО «РосинжинирингПроект») представлены в Таблице 10.

Таблица 10 – Результаты сопоставительного анализа

№	Характеристика грунтов	Vs, км/с 2007 год	Плотност, ρ кг/см^3 2007	Vs, км/с 2014 год	Плотность, ρ кг/см^3 2014	ΔI	Iисх+ΔI =Iитог
1	Насыпной грунт - суглинок тяжелый песчанистый, дресвяный, твердый	0.2–0.3	1.8-1.9	0.23-0.29	1.85-1.90	-0.05	8.95
2	Суглинок тяжелый песчанистый, с дресвой	0.25–0.4	2.0-2.1	0.34–0.45	1.95 – 2.01	-0.20	8.80
3	Дресвяный грунт с суглинистым легким песчанистым заполнителем твердой консистенции, неоднородный, сильновыветрелый, пониженной прочности	0.35–0.5	2.1-2.2	0.3–0.5	2.11-2.14	-0.26	8.74
4	Щебенистый грунт с суглинистым легким песчанистым заполнителем твердой консистенции, сильновыветрелый, пониженной прочности	0.4–0.5	2.10-2.25	0.45–0.55	2.12-2.28	-0.32	8.68
5	Глинистый сланец низкой прочности, средней плотности, сильно-выветрелый	0.58–0.95	2.65-2.75	0.55–1.0	2.6-2.74	-0.44	8.56
6	Глинистый сланец средней прочности, очень плотный, средневыветрелый	1.0–1.6	2.68-2.79	1.12–1.7	2.66–2.8	-0.60	8.40

Из полученных значений скоростей поперечных волн видно, что значения за 2007 и 2014 года отличаются примерно на 10% в верхней части разреза и уменьшаются до 1.5% с глубиной. Далее полученные значения невязки скоростей использовались для расчёта приращения сейсмической интенсивности по методу сейсмических жесткостей (МСЖ).

4.5. Расчет приращения сейсмической интенсивности

Основываясь на рекомендациях Ю.И. Баулина «Программа работ на выполнение инженерных изысканий по сейсмическому микрорайонированию для разработки проектной документации» по расчетам уровня сейсмической опасности, для оценки приращения сейсмической интенсивности водонасыщенных грунтов используются только значения поперечных волн – Vs, поэтому поправка за положение УГВ не учитывается. Соответственно формула расчета сейсмической интенсивности приобретает вид:

$$\Sigma\Delta I = \Delta I \text{, где } \Delta Ic = 1{,}67\lg\frac{\overline{V}(s)э \cdot \overline{\rho}э}{\overline{V}(s)i \cdot \overline{\rho}i}, \quad (4)$$

Приращение сейсмической интенсивности за счет резонансных явлений ΔJ*рез* рассчитывается при наличии в разрезе однородного слоя песчаных, глинистых или крупнообломочных грунтов с содержанием песчано-глинистого заполнителя более 30%, подстилаемых скальными породами, характеризующимися значительно большими, по сравнению с покрывающими отложениями значениями сейсмических жесткостей.

Ввиду отсутствия подобных условий на изучаемой территории и учитывая, что значения периода резонанса определяются по данным регистрации землетрясений и взрывов, приращение ΔJрез в расчетах не учитывалось.

В результате проведенных вычислений было установлено, что приращение сейсмической интенсивности на территории объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» составило от -0.6 до -0.05. Разница между приращениями бальности, полученная в результате работ за 2014 г. и 2007 г. составила не более 0.1 балла.

4.6. Карта сейсмического микрорайонирования

В результате проведения сравнительного анализа геолого-геофизических условий, а также приращения сейсмической интенсивности по методу сейсмических жесткостей за 2007 и 2014 года было установлено, что сейсмическая интенсивность на территории объекта отличается незначительно и разница составляет не более 0.1 балла. Полученные данные позволяют утверждать о возможности использования и уточнения карты сейсмического микрорайонирования территории объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги», полученной ОАО «Росстройизыскания» и Институтом геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН в 2007 году.

В результате сравнительного анализа были получены приращения балльности для основных грунтов, представленных на данной территории. Это позволило построить карту сейсмического микрорайонирования для всей территории объекта: «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги». В отличие от карты ОАО «Росстройизыскания» и Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, где встречаются участки с сейсмичностью 8 баллов, сейсмичность карты ООО «Росинжиниринг Проект» составляет 8.4 – 8.9 балла, что говорит о необходимости принятия сейсмичности данной территории равной 9 баллов.

Карта сейсмического районирования представлены в Книге 21, Графическом приложении 4.

4.7. Результаты сейсмического микрорайонирования

1) Выполнены наземные сейсморазведочные исследования методом преломленных волн с целью определения характеристик сейсмических свойств грунтов верхней части разреза (ВЧР). Полученные скорости распространения в грунтах поперечных (Vs) волн использовались далее для оценки приращений балльности по методу сравнения сейсмических жесткостей (МСЖ). Сейсморазведка МПВ проводилась с целью определения скоростей распространения поперечных волн в грунтах и характеристик их поглощения.
2) Определены приращения сейсмической интенсивности (ΔI, балл) в соответствии с

нормативными документами на сейсмическое микрорайонирование, которые составили от -0.6 до -0.05;

3) В пределах Горно-туристского центра ОАО «Газпром» на хребте Псехако выделена зона 8,5 (9) баллов, которая характеризуется сейсмичностью 8,5 баллов при повторяемости 1 раз в 500 лет и 9,0 баллов при повторяемости 1 раз в 1000 лет (Книга 21, Приложение 120).

4) Учитывая утверждение Заказчиком карты ОСР-2015 (В) для проектирования объекта (согласно п.1.3* СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* (актуализированного СНиП II-7-81* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1), результаты сейсмического микрорайонирования и инженерных изысканий, расчетная сейсмичность участка для проектирования всех сооружений объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» принимается равной 9,0 баллов.

Заключение

В процессе выполнения камеральных работ было выявлено следующее, наиболее полную информацию о строении разреза дает сейсморазведка методом КМПВ. Электроразведка методом электротомографии оказалась менее информативна ввиду слабой дифференциации пород по удельному электрическому сопротивлению. Некоторые участки электротомографических разрезов искажены влиянием техногенного фактора, что затрудняет их интерпретацию. Метод электротомографии может рассматриваться лишь как вспомогательный. Метод круговых ВЭЗ можно использовать как вспомогательный метод, для определения подошвы рыхлых отложений по коэффициенту анизотропии.

Основные выводы:

1) Обоснованы геолого-геофизические признаки и количественные показатели инженерно-геологических разрезов участка изысканий, включая характеристику плащеобразных и нижележащих скальных пород, также определены диагностические признаки локальных осложнений, включая зоны повышенной мощности покровных отложений и зоны проявления порфиритов, предположительно связанные с тектоническими нарушениями, и потенциально оползневыми зонами;
2) определены физические параметры пород района (Таблица 7).
3) прослежено изменение мощности различных горизонтов между скважинами и получены дополнительные сведения о геологическом строении участков работ, что отражено на геолого-геофизических разрезах в Книге 20, Графическое приложение 2 и в Книге 21, Графическое приложение 3;
4) оценена мощность делювиальных отложений, характер их распространения по площади и на глубину, что отражено на геолого-геофизических разрезах в Книге 20, Графическое приложение 2 и в Книге 21, Графическое приложение 3;
5) проведен сопоставительный геолого-геофизический анализ территории исследований. По результатам сопоставительного геолого-геофизического анализа сейсмогеологические условия на момент выполнения исследований (2014 г.) схожи с условиями 2007 г. Средние пластовые и граничные скорости, мощности пластов, полученные в сейсмогеологических разрезах по данным 2014 г. отличаются от архивных в пределах погрешности. Исходная сейсмичность участка работ для проектирования сооружений объекта: «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство)». Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги». принимается равной 9 баллов. Приращения бальности, полученной в 2014 г. отличается от приращения бальности, полученной в 2007 г. на величину менее 0,1 балла. Результатом работ явилась карта СМР.

Рекомендации:

1) Для количественной оценки смещений оползневых тел рекомендуется выполнить геотехнический мониторинг на участках ОГП.
2) При проектировании объектов инженерной защиты рекомендуется учитывать расположение, потенциально оползневых зон (зоны повышенной мощности покровных отложений), руководствуясь картой-схемой и последующим детальным рассмотрением этих объектов в отчете инженерно-геологических изысканиях. Обратить внимание на зоны повышенной мощности покровных отложений с последующим детальным рассмотрением в карте ОГП.

Список литературы

1. РСН 64-87 Госстроя РСФСР. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка.
2. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96
3. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96
4. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* (актуализированного СНиП II-7-81* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1)
5. РСН 60-86 Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. Госстрой РСФСР.
6. РСН 65-87 Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ. Госстрой РСФСР.
7. Вешев А.В. Электропрофилирование на постоянном и переменном токе. Л., Недра 1965 г., 1980 г.
8. Инструкция по сейсморазведке. Л., Недра. 1986 г.
9. Инструкция по электроразведке. Л., Недра 1984 г.
10. Тархов А.Г., Бондаренко В.М., Никитин А.А. Комплексирование геофизических методов. М., Недра, 1982 г.
11. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. Справочник геофизика. М., Недра 1984 г.
12. Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. М., Мир. 1987 г.
13. Электроразведка. Справочник геофизика. М., Недра 1980 г.

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

СибГеофизПрибор

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
НПК «СибГеофизПрибор»

В.П. Черепанов

«__» июня 2004 года

СТАНЦИЯ ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМИЧЕСКАЯ
SGD – SEL

Паспорт

СГФП 037.00.00 ПС

2004

081

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв.№подл.

Изм.	Кол.у	Лист	№Док	Подп.	Дата
Разраб.		Солод			06.16
Проверил		Карпенко			06.16
Нач.отдела					
Н.контр.					

108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Приложение 115.
Свидетельство о проверке сейсмостанции
«SGD-SEL»

Стадия	Лист	Листов
П	1	11

Росинжиниринг
Проект

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ

1.1. Станция инженерная сейсмическая ***SGD-SEL*** СГФП 037.00.00 (в дальнейшем – станция сейсмическая ***SGD-SEL***) предназначена для предварительного усиления, аналого-цифрового преобразования и записи зарегистрированной информации в энергонезависимом запоминающем устройстве регистратора, а также для отображения зарегистрированной сейсмической информации на экране встроенного графического дисплея.

1.2. Станция сейсмическая ***SGD-SEL*** выпускается в пяти исполнениях:

1) станция сейсмическая ***SGD-SEL/48*** СГФП 037.00.00-02 – 48 каналов измерения;

2) станция сейсмическая ***SGD-SEL/24E*** СГФП 037.00.00-05 – 24 канала измерения с возможностью расширения до 48 каналов;

3) станция сейсмическая ***SGD-SEL/48 ОГТ*** СГФП 037.00.00-08 – 48 каналов измерения с коммутатором ОГТ;

4) станция сейсмическая ***SGD-SEL/24 mini*** СГФП 037.00.00-11 – 24 канала измерения;

5) станция сейсмическая ***SGD-SEL/24B*** СГФП 037.00.00-13 – 24 канала измерения со встроенным блоком аккумуляторных батарей.

6) станция сейсмическая ***SGD-SEL/12EB*** СГФП 037.00.00-14 – 12 каналов измерения с возможностью расширения до 24 каналов и встроенным блоком аккумуляторных батарей.

1.3. Область применения – инженерных и другие сейсмические исследования с применением взрывных, электромагнитных импульсных источников типа «ГЕОТОН», «ЕНИСЕЙ» и т.п., а также невзрывных источников возбуждения сейсмический колебаний типа **«КУВАЛДА»** или **«ПАДАЮЩИЙ ГРУЗ».**

ПРИМЕЧАНИЕ. Продукция (услуга) не входит в «номенклатуру продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация», утвержденную постановлением № 64 Госстандарта России от 30.07.2002 года.

Рис. 1. Инженерная сейсмическая станция ***SGD-SEL***

Рис. 2. Цифровой акселерометр ***SGD-AD*** и источник возбуждения сейсмических колебаний типа «кувалда»

Изм.6				28.11.07	СГФП 037.00.00 ПС	Лист 4
Изм.1				10.04.06		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Формат А4

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв.№подл.

						108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2	Лист 3
Изм.	Кол.у	Лист	№док.	Подп.	Дата		

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1. Комплектность поставки станции сейсмической ***SGD-SEL*** СГФП 037.00.00 приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Обозначение	Наименование	Кол.	Зав. №	Примечание
	ДОКУМЕНТАЦИЯ ОБЩАЯ			
СГФП 037.00.00 ПС	Станция инженерная сейсмическая ***SGD-SEL*** Паспорт	1		
СГФП 037.00.00 РЭ	Станция инженерная сейсмическая ***SGD-SEL*** Руководство по эксплуатации	1		
СГФП 037.00.00 ОД	Станция инженерная сейсмическая ***SGD-SEL*** Программное обеспечение Руководство по эксплуатации	1		CD-ROM

продолжение таблицы 1.

Обозначение	Наименование	Кол.	Зав. ном.	Примечание
	СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ			
СГФП 037.00.00	Станция инженерная сейсмическая ***SGD-SEL***	1		
СГФП 037.50.00-01	Кабель питания **«ПИТАНИЕ»**	1		
СГФП 037.51.00	Кабель интерфейсный **«USB»**	1		
СГФП 037.91.00	Блок питания сетевой INPUT - «220 V, 50 Hz» OUTPUT - «12 V, 3.33 A»	1		
	КОМПЛЕКТ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ			
ГЕО.364.126 ТУ	Розетка кабельная 2РМ14КПН4Г1В1	1		
ГЕО.364.126 ТУ	Вилка кабельная 2РМ18КНП7Ш1В1	1		
ГЕО.364.126 ТУ	Розетка кабельная 2РМ24КПН19Г1В1	1		
ГЕО.364.126 ТУ	Розетка кабельная 2РМ42КПН50Г2В1	4		

4. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЁМКЕ

4.1. Станция инженерная сейсмическая ***SGD-SEL*** СГФП 037.00.00 **- 02** заводской номер ***81*** изготовлена и принята в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документацией и признана годной к эксплуатации.

Начальник ОТК

М.П.

личная подпись — ***В.Н. Золотарев*** (расшифровка подписи)

Дата приёмки: “ ***2012*** ” “ ***ноябрь*** ” “ ___ ”
год месяц число

Руководитель предприятия – изготовителя

_____
обозначение документа, по которому производится поставка

М.П.

личная подпись — ***В.П. Черепанов*** (расшифровка подписи)

Дата поставки заказчику: “ ***2012*** ” “ ***ноябрь*** ” “ ___ ”
год месяц число

5. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

5.1. Станция инженерная сейсмическая ***SGD-SEL*** СГФП 037.00.00 **– 02** заводской номер ***81*** упакована предприятием – изготовителем ООО НПК ***“СибГеофизПрибор”*** согласно требованиям, предусмотренными действующей технической документации.

должность	личная подпись	расшифровка подписи

Дата упаковывания: “ ***2012*** ” “ ***ноябрь*** ” “ ___ ”
год месяц число

9. ЗАМЕТКИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ И ХРАНЕНИЮ

9.1. Для подключения контроллера ***SGD-SP*** СГФП 010.00.00 системы синхронизации ***SGD-S*** СГФП 009.00.00 или системы синхронизации и управления ***SGD-SP*** СГФП 009.00.00-01, устройства возбуждения сейсмических колебаний ***SGD-SP*** СГФП 020.00.00, сейсмоприёмника, персонального компьютера (интерфейс **USB**) и блока аккумуляторных батарей или блока питания к станции сейсмической ***SGD-SEL*** пользуйтесь ***только*** интерфейсными кабелями и разъёмами, входящими в комплект поставки станции сейсмической ***SGD-SEL***.

9.2. Перед началом работы необходимо ***обязательно*** ознакомиться руководством по эксплуатации станции сейсмической ***SGD-SEL*** СГФП 037.00.00 РЭ и уделить ***особое внимание*** требованиям правил техники безопасности, проверить работоспособность станции сейсмической ***SGD-SEL*** в соответствии с разделом «Проверка технического состояния», а также проверить целостность пломб предприятия – изготовителя и ***строго*** следить за их сохранностью.

9.3. При работе с станцией сейсмической ***SGD-SEL*** необходимо строго соблюдать требования безопасности, изложенные в следующих документах:

- «Правила безопасности при геологоразведочных работах», Москва, изд. «Недра», 1980 г.
- «Правила технической эксплуатации энергоустановок потребителем», Москва, изд. «Энергоатомиздат», 1986 г.

9.4. Станция сейсмическая ***SGD-SEL*** предназначена для эксплуатации внутри не отапливаемых помещений, кузовов и салонов транспортных средств, исключающих прямое воздействие атмосферных осадков (дождь, снег, туман и т.п.):

1) при температуре окружающей среды от минус 20 до + 50 °С;
2) при относительной влажности от 5 до 95 %.

9.5. Транспортирование станции сейсмической ***SGD-SEL*** может осуществляться любым видом транспорта в условиях 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150-69:

1) при температуре окружающей среды от минус 30 до + 60 °С;
2) при относительной влажности от 5 до 95 %.

9.6. Хранение станции сейсмической ***SGD-SEL*** осуществляется в упаковке предприятия–изготовителя в условиях складских помещений исключающих прямое воздействие атмосферных осадков (дождь, снег, туман и т.п.) в условиях 2 (С) по ГОСТ15150-69:

1) при температуре окружающей среды от + 5 до + 35 °С;
2) при относительной влажности от 5 до 95 %.

Примечание. Не допускается хранение станции сейсмической ***SGD-SEL*** совместно с испаряющимися жидкостями, кислотами и другими веществами, которые могут вызвать коррозию метала и нарушение изоляции.

9.7. Сведения о ежегодном техническом освидетельствовании станции сейсмической ***SGD-SEL*** в соответствии с требованиями раздела «Проверка технического состояния» документа СГФП 037.00.00 РЭ приведены в таблице 6 раздела 10.

10. 4. Техническое освидетельствование изделия.

10.4.1. Сведения о техническое освидетельствование станции сейсмической ***SGD-SEL*** СГФП 037.00.00 при эксплуатации регистрируются потребителем (пользователем) в таблице 6.

Таблица 6.

Наименование работ	Должность, фамилия и инициалы	Дата выполнения работ	Состояние изделия	Подпись	Примечание
Поверка станции SGD-SEL зав. №: 81 согласно п. 1.3 СГФП 037.00.00 РЭ	Гл. геофизик Карпенко С.Ф. Вед. геофизик Солод А.Н	15.10.2013	Технически исправна Технически исправна		— —
Поверка станции SGD-SEL зав. №: 81 согласно п. 1.3. СГФП 037.00.00 РЭ	Гл. геофизик Карпенко С.Ф. Вед. геофизик Солод. А.Н.	14.10.2014	Технически исправна Технически исправна		— —
Поверка станции SGD-SeL зав. № 81 согласно п. 1.3. СГФП 037.00.00 РЭ	Гл. Геофизик Карпенко С.Ф. Вед. геофизик Солод А.Н	14.10.2015	Технически исправна Технически исправна		— —

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

4.1. ПОРЯДОК ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

4.1.1. Вид и периодичность технического обслуживания станции сейсмической ***SGD-SEL*** приведены в таблице 2.

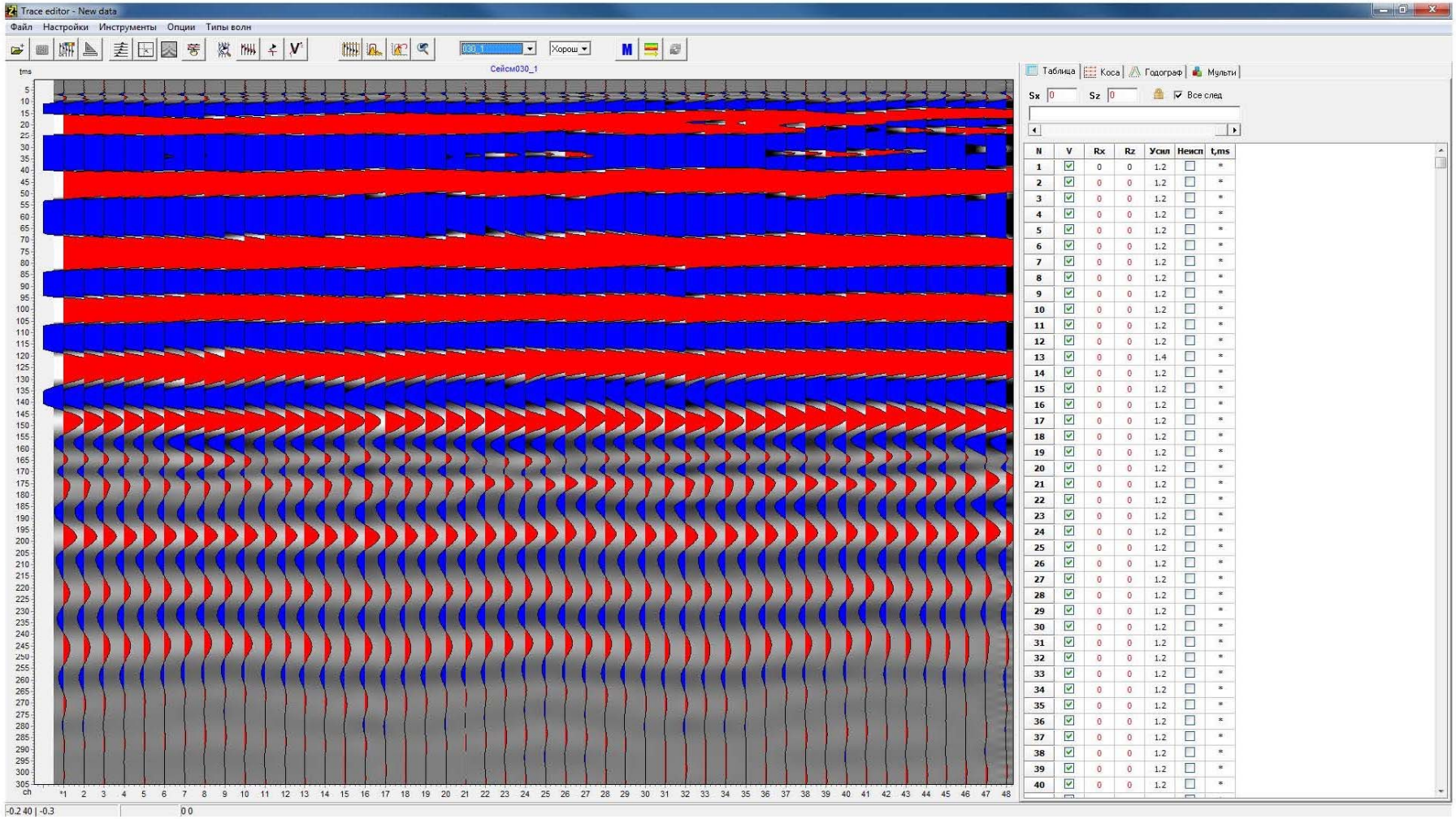
Таблица 2.

Вид технического обслуживания	Периодичность
1. Проверка надёжности закрепления станции сейсмической ***SGD-SEL*** в рабочем положении в кузове или в салоне транспортного средства.	ежедневно, перед началом работ
2. Проверка надёжности закрепления соединительных кабелей.	ежедневно, перед началом работ
3. Чистка спиртом контактов входных/выходных разъёмов станции сейсмической ***SGD-SEL*** и интерфейсных кабелей. **Примечание.** Для одноразового выполнения технического обслуживания использовать спирт этиловый ректификованный технический ГОСТ 18300-72 в количестве 0,1 л.	один раз в неделю
4. Проверка работоспособности станции сейсмической ***SGD-SEL***.	ежедневно, перед началом работ внеочередная, после проведения гарантийного или после гарантийного ремонтов и замены разъёмов
5. Внешний осмотр и замена (при необходимости) разъёмов на станции сейсмической ***SGD-SEL*** и интерфейсных кабелях.	один раз в три месяца
6. Внешний осмотр и замена (при необходимости) разъёмов на станции сейсмической ***SGD-SEL*** и интерфейсных кабелях. Проверка работоспособности станции сейсмической ***SGD-SEL***.	один раз в год с отметкой в паспорте о ежегодной поверке

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.		
Кол.у		
Лист		
№док.		
Подп.		
Дата		

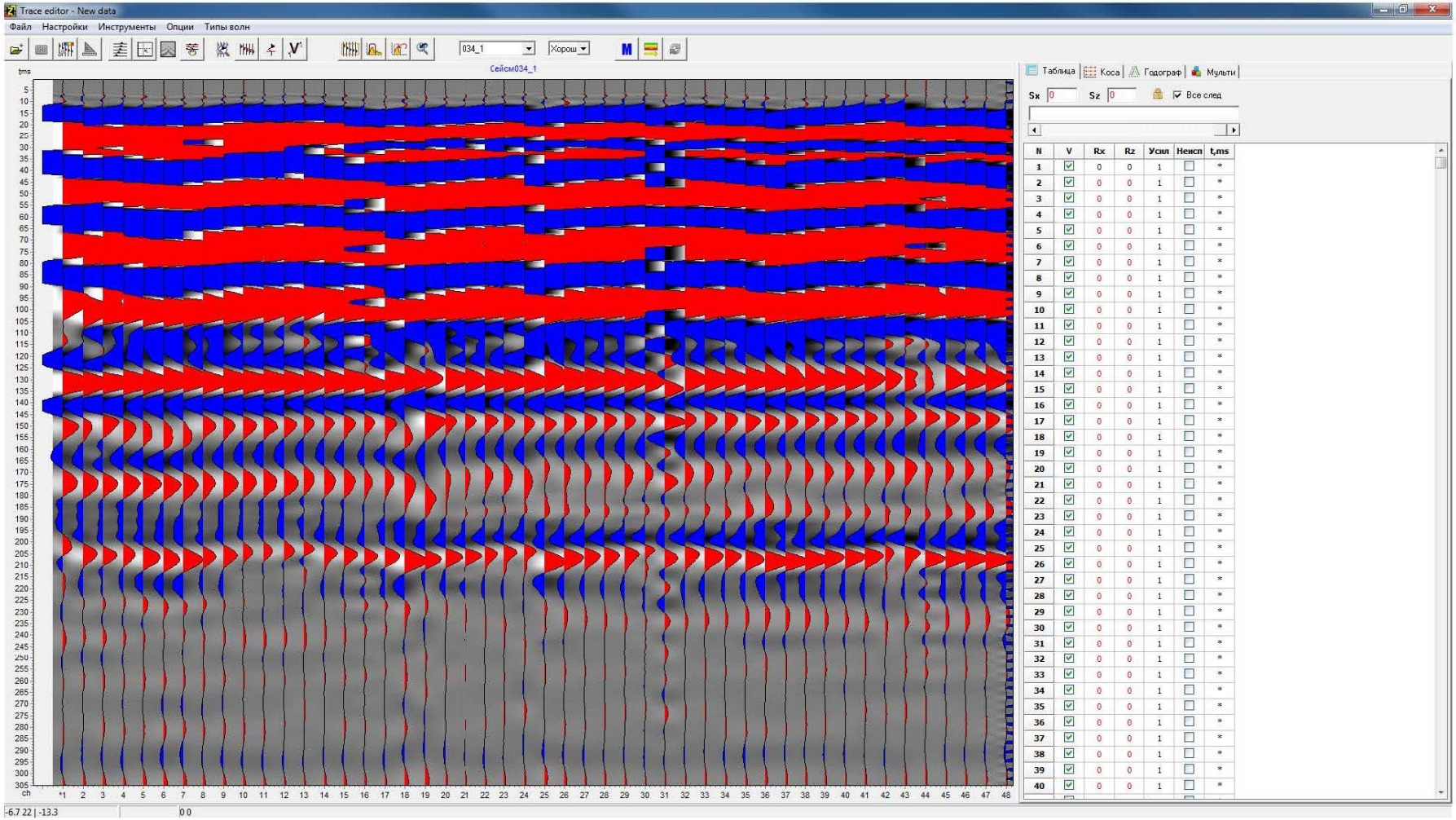
Результат проверки станции SGD-SEL зав.№81 и используемых вертикальных приемников на идентичность регистрирующих каналов



Инв.№подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.		
Кол.у		
Лист		
№док.		
Подп.		
Дата		

Результат проверки станции SGD-SEL зав.№81 и используемых горизонтальных приемников на идентичность регистрирующих каналов



108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Лист 11

— 14. ПАСПОРТ ПРИБОРА —

Аппаратура "СКАЛА 48" разработана в ИНСТИТУТЕ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ИМ. А. А. ТРОФИМУКА (Россия, г. Новосибирск). Экземпляр аппаратуры изготовлен ООО "КБ Электрометрии". Аппаратура соответствует техническим условиям и признана годной для эксплуатации. Прибор не содержит драгоценных металлов.

Серийный номер прибора SKS-48-033

Дата выпуска 17.08.2012 г

Представитель ООО "КБ Электрометрии":

Ф. И. О. Лонгаков О.Е.

Дата 17.08.2012 г

Подпись

М. П.

Представитель продавца:

Ф. И. О.

Дата

Подпись

М. П.

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв.№подл.

Изм.	Кол.у	Лист	№Док	Подп.	Дата
Разраб.		Солод			06.16
Проверил		Карпенко			06.16
Нач.отдела					
Н.контр.					

108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Приложение 116.
Акт калибровки многоэлектродной электроразведочной станции «СКАЛА-48»

Стадия	Лист	Листов
П	1	3

Росинжиниринг Проект

Акт калибровки
многоэлектродной электроразведочной станции «СКАЛА-48»

Аппаратура «Электроразведочная многоэлектродная станция «СКАЛА-48» не является средством измерения и согласно ТУ 4314-001-95472061-2013 и «Инструкции по эксплуатации многоэлектродной электроразведочной станции «СКАЛА-48», подлежит ежегодной калибровке силами эксплуатирующей организации.

Калибровка геофизического прибора СКАЛА-48 серийный № LKS-48-033 с помощью магазина сопротивлений Р33 заводской номер 00254 ГОСТ 23737-79 класс точности 2 (от 14.10.2014г.)	
Сопротивление, Ом. Диапазон сопротивлений	Среднеквадратическая погрешность
0-10	1.31%
10-100	0.02%
100-1000	0.01%
1000-10000	0.73%
10000-100000	0.45%

Главный геофизик ООО «Росинжиниринг Проект» _____ Карпенко С.Ф.

Ведущий геофизик ООО «Росинжиниринг Проект» _____ Солод А.Н.

Акт калибровки
многоэлектродной электроразведочной станции «СКАЛА-48»

Аппаратура «Электроразведочная многоэлектродная станция «СКАЛА-48» не является средством измерения и согласно ТУ 4314-001-95472061-2013 и «Инструкции по эксплуатации многоэлектродной электроразведочной станции «СКАЛА-48», подлежит ежегодной калибровке силами эксплуатирующей организации.

Калибровка геофизического прибора СКАЛА-48 серийный № LKS-48-033 с помощью магазина сопротивлений Р33 заводской номер 00254 ГОСТ 23737-79 класс точности 2 (от 14.10.2015г.)	
Сопротивление, Ом. Диапазон сопротивлений	Среднеквадратическая погрешность
0-10	1.31%
10-100	0.02%
100-1000	0.01%
1000-10000	0.73%
10000-100000	0.45%

Главный геофизик ООО «Росинжиниринг Проект» _____ Карпенко С.Ф.

Ведущий геофизик ООО «Росинжиниринг Проект» _____ Солод А.Н.