

ПАО «Пермнефтегеофизика» дает оценку российской бескабельной сейсморегистрирующей системе «Геотом»

- Спешиллов В.И., ПАО «Пермнефтегеофизика», АО «Росгеология».
- Хакимова Ж.А., ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»
- Захаров Ю.М., ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г.Перми,

Современные экономические, политические условия, а также экологические тенденции в сейсморазведке при выборе оборудования побуждают сервисные компании отслеживать новые решения не только в области импортозамещения, но и ориентироваться на технологии, снижающие воздействие на окружающую среду. В данной статье рассмотрены результаты опытно-промышленного тестирования российской бескабельной сейсморегистрирующей системы «Геотом».

В последние годы геологоразведка все более смещается в сторону изучения недоступных ранее районов, к которым можно отнести полностью залесенные, заболоченные участки, акватории рек, заказники, резкопересеченный рельеф и прочее.

В этой связи для ПАО «Пермнефтегеофизика» основным приоритетом при проведении сейсморазведочных работ стало применение экологосберегающей технологии, принципы которой неоднократно освещались в специальной литературе [1, 3, 4, 5, 6]. Такой подход вынуждает определять требования к используемой технике и оборудованию, заставляя внимательно следить за любыми технологическими решениями, снижающими воздействие на природу.

На сегодняшний день современный рынок сейсморазведочного оборудования ограничен и существует необходимость рассмотрения альтернативных зарубежным аналогам систем регистрации сейсмических данных, произведенных в России или дружественных странах. Оценка целесообразности перехода на отечественные разработки, а также повышение эффективности производства имеют первостепенное значение.

В 2023 на рынке сейсморазведочного оборудования появилась российская бескабельная сейсморегистрирующая система «Геотом». Она создана специально для работы в сложных поверхностных

и природно-климатических условиях. Ее главной задачей является минимизация воздействия на окружающую среду при эксплуатации за счет снижения объемов вырубки леса.

Программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Геотом»

Программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Геотом» является российской разработкой, выполненной компанией «Сейстех». В настоящее время «Геотом» проходит опытно-промышленные испытания в производственном режиме на нескольких проектах в различных регионах и условиях. Основные характеристики системы представлены в таблице 1.

Основным элементом системы является автономный блок с внешним подключаемым геофоном (группой геофонов) через коннектор. (Рис.1.) Блок оснащен собственной системой позиционирования. Энергообеспечение блока реализовано литиевыми батареями, позволяющими вести непрерывную регистрацию без замены батарей в условиях сибирских морозов более 90 суток. Режим периодического выключения записи, работа при плюсовых температурах увеличивает работу блока еще больше.

Управление системой «Геотом» осуществляется удаленно по радиоканалу. Оператор может видеть сопротивление, уровень микросейсм, наклон сейсмоприемника, заряд батареи и объем свобод-

Наименование параметра	Количество, показатель
Размеры, В×Д×Ш	310×135×130 мм
Масса	1.5 – 1.6 кг
Динамический диапазон	121 дБ
Время непрерывной работы	до 180 дней в режиме работы; в режиме 12 ч работа/12 ч перерыв
Период квантования	0.25, 0.5, 1, 2, мс
GPS навигация	GLONASS/GPS/GALILEO/QZSS
Возможность уверенной работы	От 1-го спутника (для временной синхронизации)
Точность временной синхронизации	10 мкс
Контроль и управление	По радиоканалу
Периодичность статусной информации	~2 мин
Передача данных	По радиоканалу или оптическому каналу при установке в модуль сбора данных
Питание	Батарейный блок
Разъем для подключения геофонов	КСК
Точность определения координат	<10 см
Режим работы	RTK
Толщина снежного покрова для определения координат	1 м
Автоматическое присвоение номера пикета по координатам	Имеется

▲ Табл. 1. Основные характеристики системы «ГЕОТОМ».

▼ Рис. 1. Полевой блок – главный элемент ПАК «Геотом».



ной памяти в блоке. Удаленно производится включение и выключение полевого блока, осуществляется загрузка SPS системы наблюдения, контролируется позиционирование блока и количество видимых спутников. Модули «Геотом» поддерживают 4 навигационных системы: GLONASS (Россия), GPS (США), GALILEO (ЕС), QZSS (Япония). Модули оснащены светодиодной индикацией, позволяющей оператору подсветить всю полевую расстановку, или блок, требующий внимания наладчика.

Опытные работы с ПАК «Геотом» на объекте ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»

ПАО «ПНГ» совместно с группой специалистов ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», ООО «Фирма «Геосейс» провели опытно-производственные работы (ОПР) с применением отечественной сейсморегирующей бескабельной системы «Геотом».

Полевой этап испытаний проходил в Осинском районе Пермского края в июле 2023 г. Опытные работы выполнены в производственном режиме в условиях проведения сейсморазведочных работ МОГТ 3D, отрабатываемых для компании ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь». Полевое оборудование «Геотом» оценивалось с точки зрения альтернативы используемым в работе кабельным телеметрическим системам типа «Sercel».

На момент выполнения ОПР погода и температурный режим были характерными для Пермского края в это время года - температура воздуха 24-27°C, влажность 50-70%. Перед началом опытной регистрации прошла гроза. При этом, система «Геотом» не потребовала каких-либо дополнительных настроек и продолжала эффективно функционировать.

В соответствии с утвержденной программой, блоки «Геотом» были расставлены на двух параллельных линиях, удаленных друг от друга на расстоянии 1750 м. Оборудование размещалось параллельно ранее установленному

оборудованию «Sercel 428XL». Координаты опытных пунктов приема (ПП) совпадали с координатами производственных ПП. Участок работ находился в густом лиственном лесу. Кроме того, в стремлении оценить способность системы эффективно работать в неблагоприятных условиях, часть оборудования была намеренно закопана, чтобы смоделировать сложные условия передачи информации и оценить точность позиционирования системы.

Доставка оборудования на профили приема проводилась автомобилями «УРАЛ». В каждую машину было распределено по 220 блоков и одиночных геофонов. Расстановка осуществлялась «вручную» силами бригады из 4 человек. Скорость установки оборудования составила 1,5–2 часа на бригаду. Отсутствие кабельного соединения значительно снизило вес напольной аппаратуры, что при ручной размотке обеспечило большую мобильность при установке и перемещении полевого оборудования.

Производительность отрядов-смен в процессе смотки-размотки полевого оборудования выше при использовании ПАК «Геотом». Большая производительность достигается за счет снижения веса оборудования почти в 2,5 раза, что при ручной размотке в экологосберегающей технологии ПАО «ПНГ» является существенным преимуществом перед «Sercel». Сравнительные показатели производительности представлены в Таблице 2.

Таким образом, можно сказать с большой долей вероятности, что применение системы «Геотом» в условиях «зеленой сейсморазведки» позволит увеличить производительность работ по установке-сбору оборудования в 1,5-2 раза.

Сопоставление материалов производственных работ и опытных работы с системой «Геотом»

Приемная расстановка «Sercel 428XL» соответствовала приемной расстановке

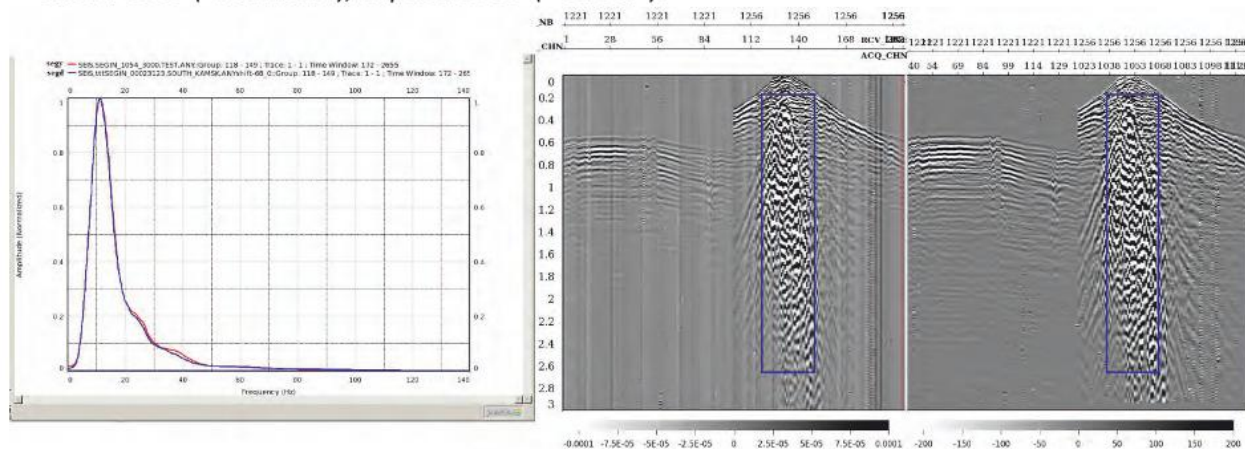
	1 смоточная машина, шт. каналов	бригада, кол. чел.	установка, бригада/час шт. каналов
«Sercel»	200	6	84
«Геотом»	200	4	120

▲ Табл. 2. Производительность работ по установке оборудования.

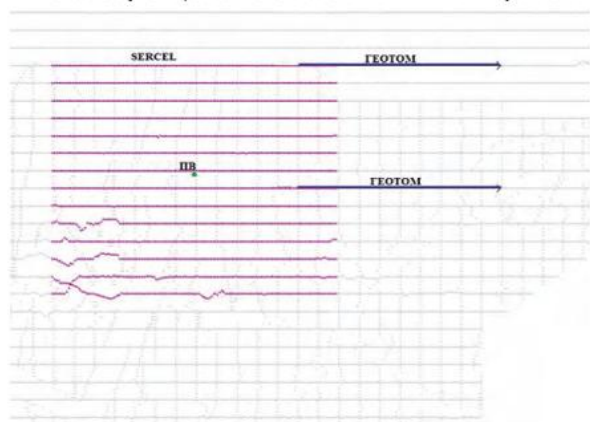
«Геотом». Анализировалась общая сейсмическая запись, включая все регистрируемые сейсмические колебания. Отмечено, что у оборудования «Sercel 428XL» и «Геотом» разная полярность.

Проведено сравнение частотных спектров в программном пакете «Geovation» (Рис. 2). Значительные различия спектров не наблюдаются. Внимание обращено на амплитуды сигналов (горизонтальные шкалы). Предположительно существенная разница значений связана с разными единицами измерений.

▼ Рис. 2. Сравнение АЧХ в программном пакете «CGG Geovation». Слева SEG Y («Геотом»), справа SEG D («Sercel»).



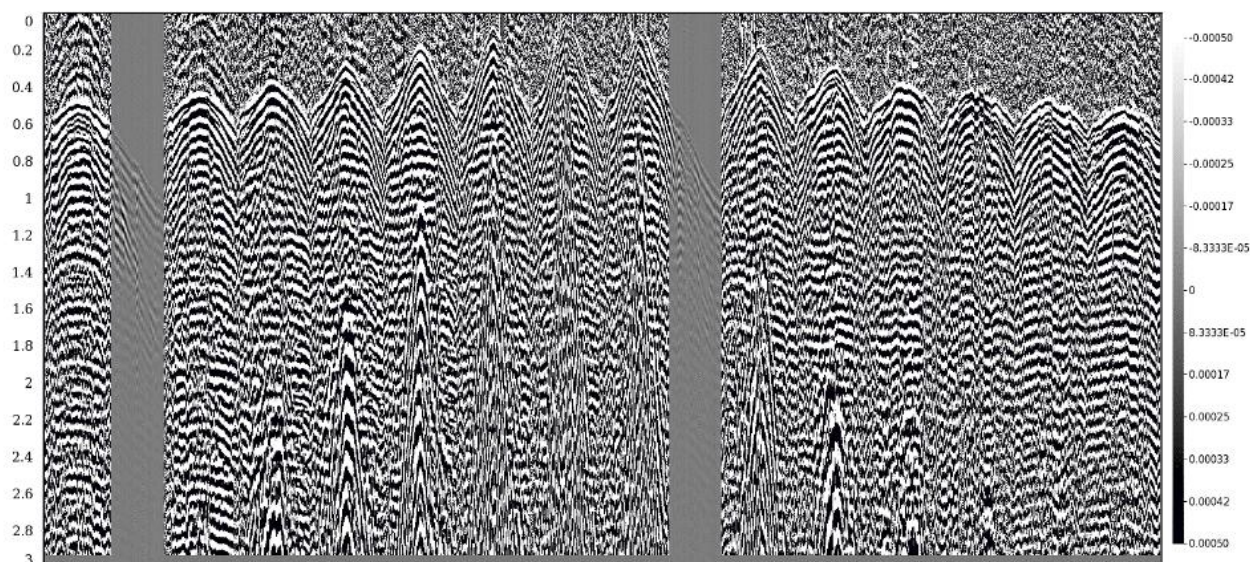
▼ Рис. 3. Схема активной расстановки для последующего «склеивания» материала.



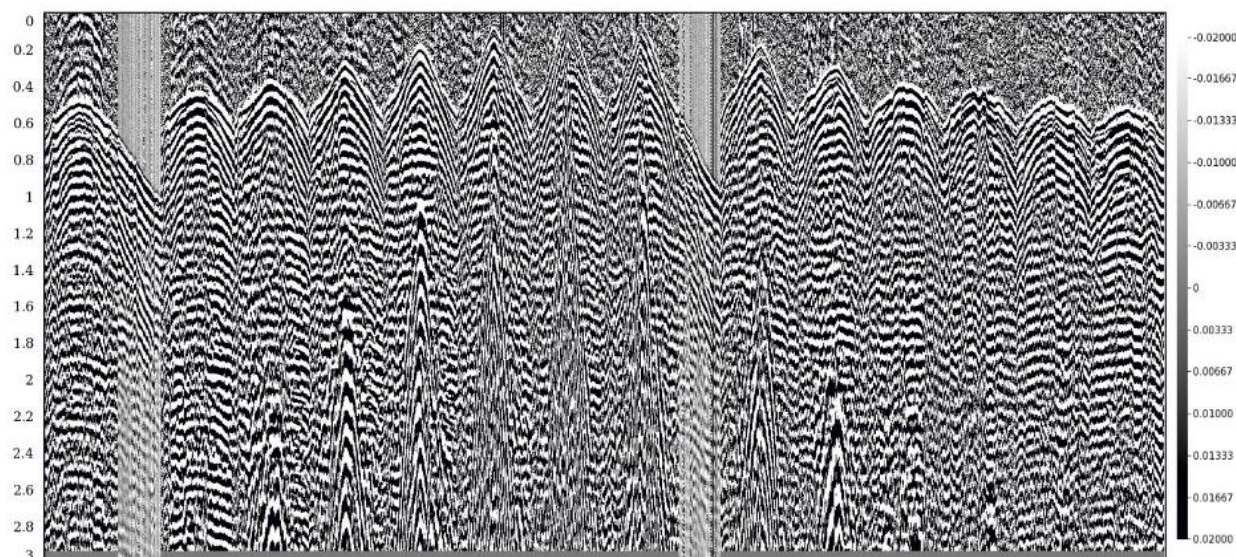
На рис.3 показана схема активной расстановки для последующего «склеивания» материала, отработанного с применением «Sercel 428XL» и «Геотом» в программном комплексе «Geovation». В результате «склеивания» получен объединенный (гибридный) вариант (Рис. 4). "Удлинились" ЛПП 1221 (крайняя левая сейсмограмма) и ЛПП 1256 (восьмая сейсмограмма). Причина визуального несоответствия полученного материала связана со значительной разницей амплитуд записей.

На рисунке 5 представлен вариант «склеивания» «Sercel 428XL» и «Геотом», в котором значения амплитуд segy-файла («Геотом») были домножены на 1000. Из рисунка видно, что визуальное несоответствие по-прежнему заметно.

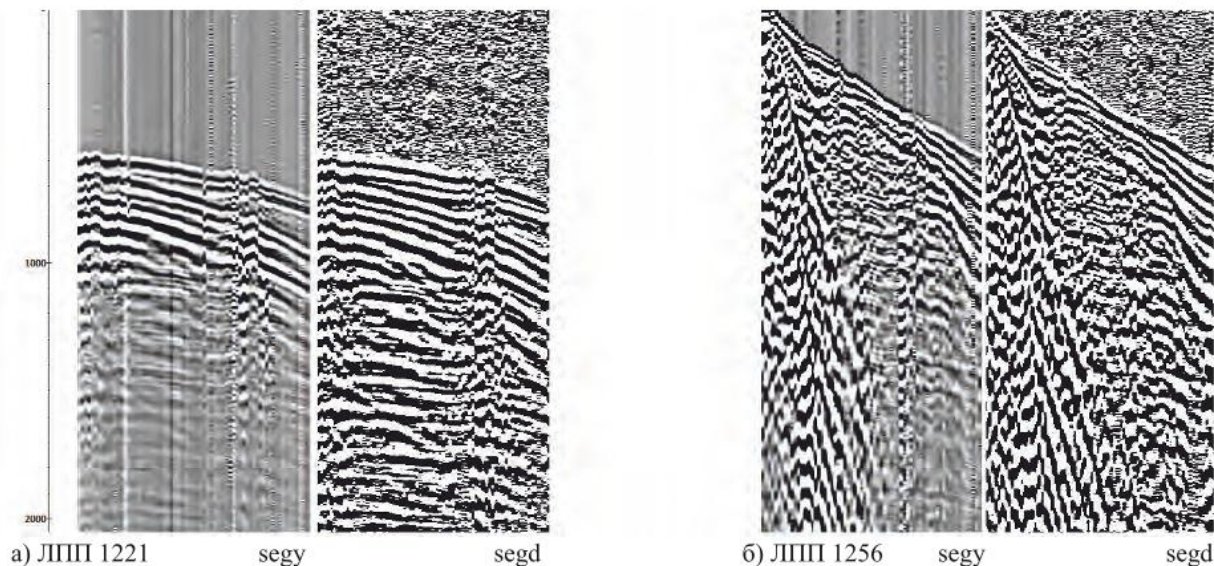
Дополнительно было проведено сравнение значений амплитуд segy-файла («Геотом») и segd-файла («Sercel») в программном комплексе «SeisPro» (Рис. 6). Значения амплитуд были домножены на 1000.



▲ Рис. 4. Объединенный вариант записей «Sercel» и «Геотом»



▲ Рис. 5. Объединенный вариант записей «Sercel» и «Геотом» с измененным значением амплитуд.



▲ Рис. 6. Вариант сравнения в программном комплексе «SeisPro».

С учетом видимой разницы амплитуд на полученных записях, представленных на рис. 4, 5, 6, для возможности совмещения результатов сейсморазведочных работ с использованием телеметрической системы «Sercel 428 XL» и «Геотом», перед началом работ необходимо проводить так называемый «сострел станций» для сравнения числовых значений амплитудных данных.

Так же на рис. 2, при сопоставлении сейсмограмм, на записи видны вертикальные полосы не связанные с разницей амплитуд. Разработчики системы «Геотом» объяснили это влиянием работы электронных компонентов модулей, собственный низкочастотный шум, который убирается фильтром.

Для полного понимания возможности приведения разноформатных записей к единому материалу без потери качества необходимо провести более длительные опытно-производственные работы с использованием большего количества датчиков.

Только в этом случае можно получить представление о длительности, корректности и успешности всех этапов сейсморазведочных работ.

Оценка ПАК «Геотом» и дальнейшие перспективы использования

Преимущества системы «Геотом»:

- Отсутствие кабельного соединения значительно снижает вес оборудования, обеспечивая при ручной размотке простоту и мобильность при установке и перемещении.

Благодаря этому можно повысить производительность полевых работ за счет быстрого развертывания бескабельной системы в различных горно-геологических условиях.

- Система «Геотом» позволяет формировать гибридную сетку наблюдения с

использованием кабельных систем, таких как «Sercel». Помогает расширить зону покрытия ранее недоступных участков, таких как заповедные зоны, особо охраняемые природные и горные участки и повысить эффективность сейсморазведки.

- На данный момент система «Геотом» является полностью российской разработкой, которая обеспечивает быстрое решение вопросов, связанных с приобретением дополнительного оборудования, сервисным обслуживанием на местах и регулярными поставками оборудования для комплексного ремонта в сервисной службе, обеспечивая надежность и стабильность в эксплуатации.

- Отсутствие необходимости в кабелях и портативных батареях значительно снижает трудовые и финансовые затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования. Это позволяет снизить эксплуатационные расходы и снизить общую стоимость владения системой «Геотом».

Недостатки системы «Геотом»:

- Использование бескабельной телеметрии может ограничить возможности оперативного контроля и управления данными в режиме реального времени. Это затруднит быстрое реагирование при ухудшении получаемой информации и потребует тщательного планирования и оптимизации системы.

- Возможность кражи оборудования может повлиять на безопасность и надежность системы. Бескабельная система более уязвима для несанкционированного доступа. На сегодняшний день оперативно среагировать на кражу нет возможности. Понять можно лишь по косвенным признакам.

- Необходимость сбора и последующей транспортировки блоков для загрузки полевого материала.

Вывод

Программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Геотом» на российском рынке является перспективным решением для сейсморазведочных работ в сложных и труднодоступных геологических условиях. Благодаря небольшим габаритам и малому весу модулей, есть возможность эффективно оптимизировать процесс регистрации. Удобный и функциональный интерфейс сейсмостанции позволяет легко управлять наладкой в поле. Процесс сбора данных с блоков «Геотом» прост и оперативен. Функционал и возможности сейсмостанции, заложенные специалистами компании «Сейстех», позволяют заявить о себе как о достойной альтернативе существующим зарубежным аналогам бескабельных сейсморегистрирующих систем. Тем не менее, нужно признать ограничения, над которыми необходимо работать. В частности - это невозможность обеспечить контроль качества в режиме реального времени, получение сейсмического материала, сопоставимого с регистрирующей системой Sercel, возможно только после предварительной обработки.

При принятии решения о внедрении ПАК «Геотом» необходимо учитывать конкретные потребности и цели.

Из общения с разработчиками «Геотом» можно сделать вывод, что они ищут пути совершенствования своей разработки. Готовность учитывать и инкорпорировать отзывы и предложения заказчиков является хорошим признаком ООО «Фирмы «Геосейс». Вполне вероятно, что многие из проблем, будут эффективно решены путем последовательных улучшений.

Литература:

1. Лаптев А.П., Пятунина Е.В., Череповский А.В., Хакимова Ж.А., «Экологосберегающая сейсморазведка 3D на территории Пермского края», «Приборы и системы разведочной геофизики», №2, 2023 г.
2. Гурьев С.В., Капустин Д. А., Савин А. Н., «Оборудование, которого очень ждет рынок», «Приборы и системы разведочной геофизики», №1, 2023.
3. Захаров Ю.М., Хакимова Ж.А., Бекешко П.С. Особенности проведения сейсморазведочных работ МОГТ 3D по технологии донного бурения в русловой части Воткинского водохранилища. Материалы научно-практической конференции "Геология и геофизика 2022: наука, производство», г. Уфа, 2022.
4. Лаптев А.П., Саловский В.А., Ланцев В.Ф. и др. Патент 61894, Российская Федерация. Транспортабельный комплекс оборудования для проведения трехмерных сейсморазведочных работ 3D. – Бюл. №7 от 31.07.2006.
5. «Пермнефтегеофизика» осваивает труднодоступные районы Западного Урала. – Oil&Gas Eurasia. 2007/2008. №12/1. с.13–14.
6. «Пермнефтегеофизика» выполнила «зеленую» сейсмику 3D на Восточно-Вишерской площади для «ЛУКОЙЛа». - В мире нефтегазовых технологий, (<https://oil gas com. com>), выпуск 27.07.2020.