

ТСГК подтверждает практикой: российская сейсморазведка вступает в эпоху технологии "Геотом"

■ Камалтдинов Р.Р., Митрофанов Д.Ю., ООО «ТСГК», г. Тюмень.

О первом опыте использования 15000 каналов системы ПАК «Геотом» на одном проекте.

Последние годы стали периодом масштабных изменений для российской сейсморазведки. Ограничение доступа к зарубежным технологиям, рост требований к плотности наблюдений, необходимость повышения производительности полевых партий и снижение зависимости от импортного оборудования заставили отрасль искать новые технологические решения.

Одним из наиболее заметных проектов последних лет стало создание отечественной бескабельной системы регистрации ПАК «Геотом», разработанной компанией «Сейстех» при участии Холдинга «Геосейс» и ООО «Тюменская сервисная геофизическая компания» (ТСГК).

Если первые годы были посвящены разработке и испытаниям оборудования, то сезон 2025–2026 годов стал первым периодом полномасштабной промышленной эксплуатации системы на круп-

ных проектах МОГТ-3D. Именно поэтому особый интерес представляет не столько описание технических характеристик комплекса, сколько анализ реального производственного опыта его применения, выявленных проблем и путей их решения.

От прототипа до 15 тысяч каналов

История внедрения ПАК «Геотом» хорошо иллюстрирует классическую модель развития сложной инженерной системы. В 2020 году был создан первый работоспособный прототип регистратора.

В течение 2022–2023 годов проводились опытные испытания на объемах порядка 300 каналов. Основной задачей являлась проверка корректности регистрации и сравнение качества данных с традиционными кабельными системами.

Следующий этап — тестовая эксплуатация на 1500 каналах. В этот период основной акцент был сделан уже не на

► Рис. 1.
ПАК «Геотом»
- от прототипа
до отраслевого
технологического
лидерства.



аппаратной части, а на технологии организации работ, управлении расстановкой и обслуживании оборудования.

В сезоне 2024–2025 годов система впервые была использована в гибридном режиме совместно с другими регистраторами на проектах МОГТ-3D. Объем работ достиг 7500 каналов. Наконец, сезон 2025–2026 годов стал переходом к полностью самостоятельной промышленной эксплуатации на объемах до 15 000 каналов. Фактически впервые в российской практике отечественная бескабельная система была задействована на проекте такого масштаба в качестве основного средства регистрации.

Внедрение бескабельной технологии привело не просто к замене одного типа оборудования другим. Фактически изменилась сама логика организации полевых работ.

В традиционной кабельной партии значительная часть трудозатрат связана не с регистрацией данных как таковой, а с обслуживанием распределённой кабельной инфраструктуры. Раскладка и сбор кабелей, коммутация линий, поиск повреждений, ремонт соединений, ежедневная замена аккумуляторов и поддержание работоспособности протяжённой сети требуют значительных ресурсов как со стороны производственного персонала, так и со стороны инженерно-технических служб.

При использовании ПАК «Геотом» центральным элементом системы становится автономный регистратор, выполняющий функции регистрации, хранения данных, навигационного позиционирования и удалённого обмена служебной информацией. В результате основное внимание персонала переносится с обслуживания кабельной сети

на управление парком оборудования, контроль качества установки регистраторов и мониторинг параметров регистрации.

Практика эксплуатации показала, что такой подход позволяет существенно повысить гибкость организации работ. Появляется возможность оперативно изменять геометрию наблюдений, наращивать плотность расстановки, выполнять работы на участках со сложной конфигурацией профилей и минимизировать влияние инфраструктурных ограничений.

Наиболее заметный эффект бескабельная технология демонстрирует в районах со сложными условиями производства работ — в заболоченной местности, лесных массивах, тундре, на урбанизированных территориях, вблизи объектов промышленной инфраструктуры. Именно здесь традиционные кабельные системы сталкиваются с максимальными организационными и логистическими ограничениями.

Не менее важным результатом стало изменение подходов к контролю качества. Возможности ПАК «Геотом» позволяют получать сведения о состоянии оборудования, уровне шумов, параметрах установки и работоспособности каналов непосредственно в процессе работ. По сути, бескабельная технология обеспечивает переход от обслуживания инфраструктуры к управлению данными и качеством регистрации.

Таким образом, внедрение ПАК «Геотом» изменило не только техническое оснащение партии, но и саму организацию производственного процесса, открыв возможности для дальнейшего развития высокоплотных систем наблюдений и цифровых методов управления полевыми работами.

Производственный сезон 2026 г. - главный экзамен для технологии «Геотом»

Сезон 2026 года стал важнейшим этапом развития ПАК «Геотом». Если предыдущие годы были посвящены последовательному наращиванию объемов применения системы и отработке отдельных технологических решений, то в текущем сезоне оборудование впервые использовалось в условиях полномасштабной промышленной эксплуатации на проектах МОГТ-3D с объемом расстановки до 15 000 каналов.

Фактически речь шла уже не о проверке отдельных технических характеристик, а об оценке работоспособности всей производственной системы: оборудования, программного обеспечения, сервисной инфраструктуры, технологий контроля качества и организации полевых работ. Именно на этом этапе становится понятно, насколько разработка готова к повседневной эксплуатации в реальных производственных условиях.

Любая новая техника проходит через несколько стадий развития. На этапе испытаний выявляются конструктивные недостатки. На этапе промышленной эксплуатации выявляются системные проблемы.

Сезон 2026 года стал именно таким испытанием. Большинство ранее принятых технических решений подтвердили свою эффективность. Вместе с тем были выявлены отдельные вопросы, связанные с эксплуатацией оборудования в экстремальных климатических условиях, обслуживанием крупных парков регистраторов и дальнейшим развитием инфраструктуры системы.

Именно такая обратная связь от реального производства представляет наибольшую ценность для дальнейшего совершенствования комплекса и форми-

рования требований к следующему поколению оборудования.

От выявленных проблем к новым инженерным решениям

Одной из главных особенностей сезона 2026 года стало получение большого объема практической информации о работе системы в реальных производственных условиях. При одновременной эксплуатации 15 тысяч автономных регистраторов становятся существенными не только характеристики самого оборудования, но и влияние множества внешних факторов, которые практически невозможно полностью воспроизвести на этапе лабораторных тестовых испытаний.

Так, в северных районах проведения работ были отмечены отдельные эффекты, связанные с электризацией снежного покрова при сочетании сильного ветра и низкой влажности воздуха. Подобные явления в условиях Крайнего Севера они могут оказывать влияние на работу чувствительных электронных компонентов. Полученный опыт позволил уточнить требования к дополнительной защите и экранированию отдельных узлов оборудования и будет учтен при дальнейшей модернизации системы.

Не менее важные результаты были получены при анализе механической надежности оборудования. Массовая эксплуатация всегда становится наиболее объективной проверкой качества конструктивных решений. В течение сезона были зафиксированы единичные случаи нарушения герметичности разъёмов КСК. Проведенный анализ позволил оперативно определить причины возникновения подобных ситуаций и реализовать ряд конструктивных изменений, включая дополнительную фиксацию элементов разъёма и применение специ-

альных компандных материалов. Выполненная модернизация существенно повысила надежность соединений при длительной эксплуатации в сложных климатических условиях.

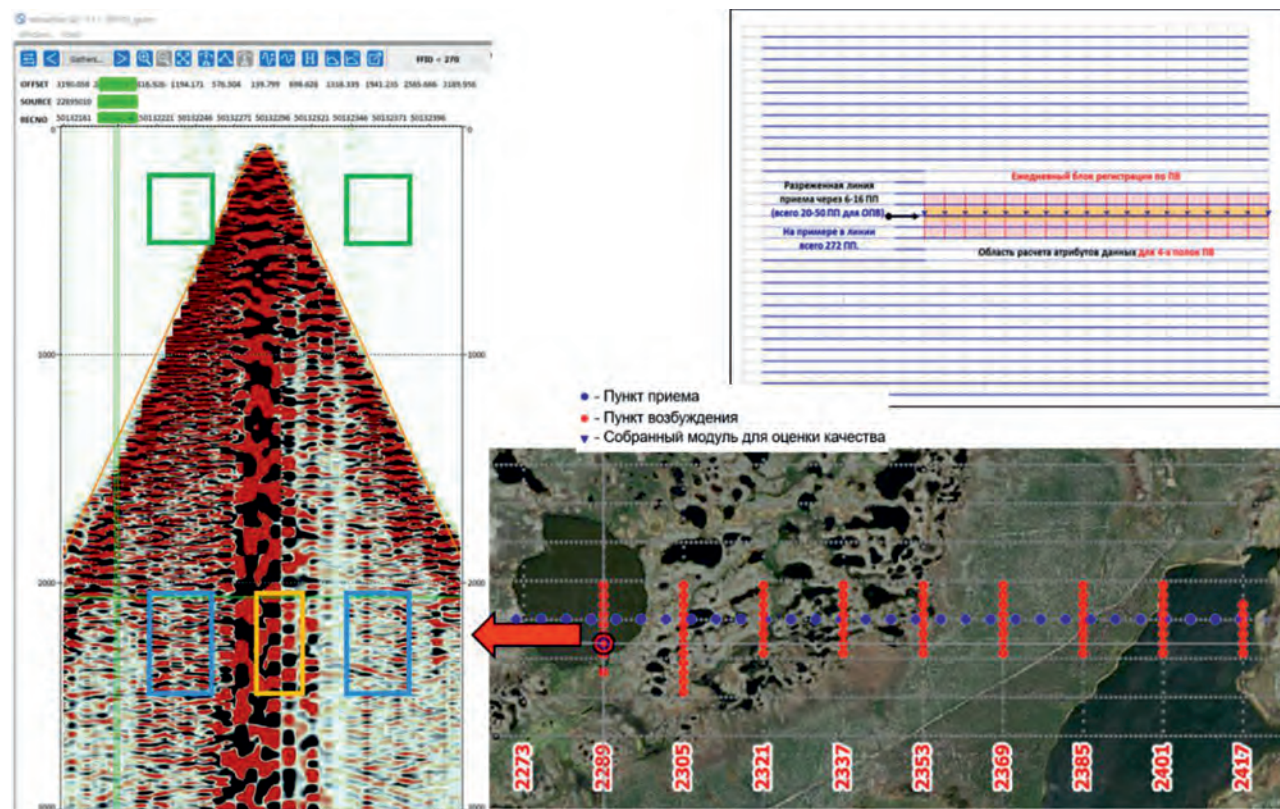
При этом опыт сезона показал, что с ростом количества каналов меняются и приоритеты дальнейшего развития технологии. Если на ранних этапах основное внимание уделялось характеристикам регистратора, то при масштабировании системы до 15 тысяч каналов все большее значение начинает приобретать эксплуатационная инфраструктура. Транспортные средства, зарядные станции, системы диагностики, программное обеспечение, сервисное обслуживание и инструменты учета оборудования становятся неотъемлемой частью общей эффективности производственного процесса.

По результатам работ был сформирован перечень направлений дальнейшего совершенствования комплекса. Среди

них — повышение надежности элементов зарядной инфраструктуры, развитие сервисных интерфейсов для диагностики оборудования, расширение возможностей работы с глубоко разряженными блоками питания, а также дальнейшая автоматизация процессов контроля технического состояния регистраторов. Фактически речь идет о переходе от отдельного прибора к полноценной технологической экосистеме, обеспечивающей эксплуатацию крупных бескабельных партий.

Еще одним важным направлением развития стала система контроля качества полевого материала. Традиционно оценка качества регистрации при работе с кабельными системами базировалась на тотальном анализе сейсмограмм и выборочных проверках отдельных элементов расстановки. Однако возможности современных бескабельных систем позволяют реализовать принципиально иной подход.

▼ Рис. 2. QC с использованием разреженных сейсмограмм ОПВ.



В производственном сезоне 2026 года контроль качества осуществлялся посредством регулярного формирования разреженных сейсмограмм ОПВ для оперативной оценки качества регистрируемого материала. Вдоль центральной приемной линии проводился сбор каждого пятого блока, по которым формировались сейсмограммы, на которых в традиционных окнах проводился анализ информации.

Но наиболее перспективным решением видится автоматизация атрибутивного анализа данных непосредственно в системе регистрации. Расчет ключевых амплитудных и частотных характеристик будет осуществлен автоматически по заданным временным окнам с последующей передачей результатов в производственную отчетность.

Фактически речь идет о переходе от периодического визуального контроля к непрерывному цифровому мониторингу

качества данных. Такой подход позволит быстрее выявлять потенциальные отклонения в работе оборудования и оперативно реагировать на возникающие проблемы. Именно развитие интеллектуальных средств контроля качества сегодня рассматривается как одно из наиболее перспективных направлений дальнейшего совершенствования технологии ПАК «Геотом».

Ноябрьск 2026: отраслевая демонстрация партии ТСГК.

Отдельным событием сезона стала открытая демонстрация ПАК «Геотом» на базе производственной партии ТСГК, работающей на Крайнем Севере. Возможность увидеть функционирование отечественной бескабельной системы в условиях реального проекта МОГТ-3D привлекла специалистов и руководителей геофизических предприятий, представителей компаний-заказчиков и

▼ *Табл. 1. Эволюция ПАК «Геотом»: выявленные производственные вызовы и реализованные решения по итогам сезонов 2024–2026 гг.*

Производственный вызов	Решение, реализованное в ПАК «Геотом»	Практический эффект
Экстремально низкие температуры	Сменные аккумуляторные блоки повышенной емкости	Повышение автономности и надежности работы
Электростатические воздействия северных районов	Дополнительное экранирование и климатическая защита	Снижение влияния внешних факторов на регистрацию
Разгерметизация соединений	Модернизация разъема КСК	Практически полное устранение отказов данного типа
Рост парка оборудования	Развитие сервисной инфраструктуры	Повышение эксплуатационной готовности системы
Увеличение объемов регистрации	Совершенствование систем управления и мониторинга	Успешное масштабирование до 15 000 каналов
Высокие требования к QC	Автоматизированный атрибутивный контроль качества	Переход к цифровой модели контроля данных



▲ Рис.3. Участники Отраслевой демонстрации оценивают своими руками кабельное и бескабельное оборудование.

отраслевых экспертов из различных регионов страны. Интерес к мероприятию показал, что технология уже воспринимается рынком не как экспериментальная разработка, а как одно из перспективных направлений развития российской сейсморазведки. Более

подробно результаты демонстрации будут рассмотрены в отдельной статье.

За четыре года эксплуатации специалистами ТСГК был накоплен уникальный опыт сравнения традиционных и бескабельных технологий регистрации.

Полученный опыт показывает, что

▼ Табл. 2. Кабельная и бескабельная технология: опыт практического сравнения.

Параметр	Кабельная система	ПАК «Геотом»
Логистика	Высокая сложность	Существенно упрощена
Масштабирование	Ограничено инфраструктурой	Практически линейное
Повреждения оборудования	Кабели и соединения, отключающие большие участки расстановки	Отдельные автономные блоки, что позволяет продолжать работу
Работа в лесу и болотах	Существенные ограничения	Минимальные ограничения
Контроль качества	После регистрации	В процессе регистрации после внедрения атрибутивного анализа
Высокоплотные, нерегулярные системы	Ограничены стоимостью	Реализуются значительно проще
Трудозатраты	Высокие	Ниже за счет снижения веса и упрощения операций

бескабельные технологии сегодня уже нельзя рассматривать как исключительно нишевое решение для отдельных категорий проектов. На протяжении многих лет автономные нодальные системы применялись преимущественно на участках, где использование кабельной инфраструктуры было затруднено или экономически нецелесообразно: в заболоченной местности, горных районах, лесных массивах, на урбанизированных территориях и объектах со сложной производственной инфраструктурой. При этом большинство подобных систем фактически оставались специализированным инструментом для решения отдельных задач и использовались параллельно с традиционными кабельными технологиями.

Во многом это было связано с ограниченными возможностями оперативного контроля качества и управления расстановкой. Так называемые «слепые» нодальные системы предполагают регистрацию данных с последующим считыванием информации после завершения работ, что существенно ограничивает возможности производственного контроля непосредственно в процессе наблюдений.

Опыт эксплуатации ПАК «Геотом» демонстрирует иной подход. Благодаря наличию радиоканала, средств удаленного мониторинга, контроля состояния оборудования, параметров установки и качества регистрации система фактически обеспечивает функциональность, ранее доступную только в традиционных кабельных комплексах. При этом сохраняются все преимущества бескабельной технологии — высокая мобильность, гибкость организации работ, отсутствие кабельной инфраструктуры и возможность эффективной работы на труднодоступных участках.

В результате ПАК «Геотом» рассматривается уже не как дополнение к существующим технологиям и не как специализированное решение для отдельных условий, а как самостоятельная производственная платформа, способная полностью заменить традиционные кабельные системы регистрации на широком спектре проектов МОГТ-2D и МОГТ-3D.

Геотом 2030: перспективы развития технологии

Результаты производственного сезона 2026 года позволяют говорить о том, что базовая технологическая платформа ПАК «Геотом» успешно сформирована и подтвердила свою работоспособность в условиях реальных проектов МОГТ-3D. Дальнейшее развитие системы будет связано уже не столько с совершенствованием отдельных аппаратных решений, сколько с расширением масштабов применения и развитием цифровой экосистемы полевой сейсморазведки.

Одним из ключевых направлений остается наращивание объемов производства оборудования, что позволит в ближайшие годы обеспечить потребности крупных проектов и сформировать полностью отечественные бескабельные партии с объемами регистрации в десятки тысяч каналов.

Не менее важной задачей является создание единой цифровой среды, объединяющей средства регистрации, контроля качества, управления оборудованием, производственной отчетности и оперативного сопровождения работ. В этой модели регистратор становится частью единой информационной системы, обеспечивающей непрерывный контроль и управление всеми этапами полевого производства.



▲ Рис. 4. Новый подход к ФИЗам - Философия Инновационной Сейсморазведки.

Значительный потенциал связан с развитием интеллектуальных методов контроля качества. Уже сегодня реализованы первые элементы автоматизированного анализа полевых данных, однако в дальнейшем ожидается расширение возможностей системы за счет применения алгоритмов интеллектуальной обработки, автоматического выявления аномалий и прогнозирования технических отклонений еще на этапе регистрации.

Отдельным направлением развития станет интеграция ПАК «Геотом» с цифровыми платформами управления производством и концепцией «цифровой сейсмопартии», в рамках которой информация о состоянии оборудования, ходе работ и качестве регистрируемого материала будет доступна в режиме, близком к реальному времени.

Вместе с развитием технологий неизбежно возникает вопрос совершенствования нормативной базы. Многие действующие требования к организации полевых работ и контролю качества

формировались в эпоху аналоговой и кабельной сейсморазведки и не в полной мере учитывают возможности современных высокоплотных бескабельных систем. Поэтому одним из важных условий дальнейшего развития отрасли становится переход к новым подходам к контролю качества и приемке полевых материалов, основанным на возможностях современных цифровых технологий регистрации.

Сезон 2026 года стал важной вехой в развитии ПАК «Геотом». Впервые отечественная бескабельная система регистрации была проверена в условиях полномасштабной промышленной эксплуатации на объемах до 15 тысяч каналов. Полученный опыт подтвердил не только эффективность выбранных технических решений, но и правильность направления развития отечественных бескабельных технологий.

Особую ценность представляет то, что выявленные в ходе эксплуатации вопросы становились основой для дальнейшей модернизации оборудования и совершен-



▲ Рис. 5. Производственная база ТСК на Крайнем Севере — площадка внедрения и промышленной эксплуатации ПАК «Геотом».

нствования производственных процессов. Такой подход обеспечивает постоянное развитие системы на основе реального полевого опыта.

На протяжении многих десятилетий ФИЗ в сейсморазведке означала прежде всего физические измерения — регистрацию и анализ волнового поля. Однако современные технологии постепенно формируют новое содержание этого понятия. Сегодня ФИЗ можно рассматривать и как Философию инновационной сейсморазведки, в основе которой лежат высокоплотные системы наблюдений, цифровой контроль качества, интеллектуальная обработка информации и интеграция всех элементов полевого производства в единую технологическую среду.

В этом контексте ПАК «Геотом» является не просто новой системой регистрации, а одним из элементов новой парадигмы российской сейсморазведки, в которой ключевую роль начинают играть данные, цифровые технологии и эффективность управления производственными процессами.

Литература

1. Гурьев С.В., Камалтдинов Р.Р. Российские технологии в стратегии ГРП // Приборы

и системы разведочной геофизики. 2026. № 1 С.8-13.

2. Камалтдинов Р.Р. Опыт внедрения отечественной бескабельной системы ПАК «Геотом» на проектах МОГТ-3D // Материалы Технического форума ПАО «Газпром нефть». Санкт-Петербург, 2026.

3. Руководство пользователя программно-аппаратного комплекса «Геотом». Версия 2025. ООО «Сейстех».

4. Летняя практика студентов-геофизиков с использованием ПАК «Геотом» // Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова. 2025.

5. Прослушать землю: большой обзор оборудования для современной российской сейсморазведки // ИнфоТЭК. 2025.

6. Гурьев С.В., Савин А.Н., Капустин Д.А. Бескабельная сейсморегистрирующая система GEOTOM — универсальная, современная, импортоопережающая технология // Приборы и системы разведочной геофизики. 2022. № 2. С. 54–61.

7. Абдулвалиев М.Т., и др. Повышение информативности и достоверности наземной сейсморазведки с нодальными бескабельными системами // Геофизика. 2020. № 6. С. 40–49.

8. Первая отечественная нодальная система «Открытие» и перспективы развития бескабельной регистрации // Приборы и системы разведочной геофизики. 2020. № 3. С. 24–31.

Подробнее об авторах



Камалтдинов
Рустам Робертович

Генеральный директор,
Тюменская Сервисная
Геофизическая
Компания



Митрофанов
Денис Юрьевич

Начальник геофизического
отдела, Тюменская
Сервисная Геофизическая
Компания