

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2026.1.3>

УДК 550.34.016

Оптоволоконные регистраторы – DAS или не DAS? Полевое и лабораторное тестирование

С.В. Яскевич^{1,3*}, Д.Р. Харасов², П.А. Дергач^{1,3}, А.А. Дучков^{1,3}, А.Ю. Задоев¹, И.В. Бойчук¹,
А.В. Яблоков³

¹Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

²Т8, Москва, Россия

³Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия

Сейсмические приборы становятся разнообразнее. Важной вехой развития стало появление оптоволоконных систем регистрации, которые опираются на возможность измерения растяжения оптоволоконного кабеля во времени. Технология на данный момент является существенно развитой и представленной в виде рыночных решений. Множество оптоволоконных регистраторов – DAS (от англ. Distributed Acoustic Sensor (Sensing)) включает в себя несколько типов работы с оптоволоконным кабелем, и не все могут быть эффективно применены в сейсморазведке. Иногда сложно идентифицировать техническую принадлежность аппаратуры, особенно это касается новых разработок. Показан пример тестирования оборудования на физическом стенде, которое могло бы указать на применимость аппаратуры, однако на полевых тестах оказывается, что аппаратурное решение не подходит для решения сейсморазведочных задач. Подчеркивается важность полевой апробации оборудования перед началом работ, и показана неприменимость «амплитудного» DAS для сейсморазведочных приложений.

Ключевые слова: DAS, интеррогатор, оптоволокно, сейсмические приборы, запись, экспериментальная установка, акустика

Для цитирования: Яскевич С.В., Харасов Д.Р., Дергач П.А., Дучков А.А., Задоев А.Ю., Бойчук И.В., Яблоков А.В. (2026). Оптоволоконные регистраторы – DAS или не DAS? Полевое и лабораторное тестирование. *Георесурсы*, 28(1), с. 115–122. <https://doi.org/10.18599/grs.2026.1.3>

Введение

Запись сейсмических сигналов используются для решения различных инженерных задач или для глобальных исследований свойств Земли. В недавнее время появился способ регистрации данных, основанный на измерении виброакустических колебаний оптоволокна в кабеле, – DAS (от англ. Distributed Acoustic Sensor (Sensing)). Метод регистрации основан на посылке модулированного излучения высококогерентного лазера в оптоволокно и анализе обратного рэлеевского рассеяния с помощью оптоволоконных регистраторов – *интеррогаторов*. В мировой практике такая система регистрации нашла свое место применения и широко освещена в литературе (Li et al., 2022).

В начале 2010-х годов тема применения технологии DAS резко набирает популярность в геофизических приложениях в мире. К пионерским работам, получившим широкую представленность, можно отнести (Mestayer et al., 2011; Mateeva et al., 2014). В России применение

систем оптоволоконной регистрации на сегодняшний день проходит практическую апробацию с различным уровнем успеха. Применяются как образцы локально изготовленных приборов, так и оборудование крупных мировых коммерческих компаний. Акуленко с соавторами (2023) показывают пример применения DAS для вертикального сейсмического профилирования (ВСП), однако производитель оборудования не уточняется. Кроме традиционной характеристики о несколько худшей чувствительности DAS авторы упоминают такую положительную сторону, как отсутствие обменных волн, что делает сигнал чище. Для кабеля, зацементированного в заколонном пространстве, на примере данных, наблюдаемых в Китае, Шехтман с соавторами (2025) приводят пример материалов с высокой кондиционностью и показывают прирост интерпретационно-значимой информации за счет обработки обменных волн. Авторы (Баранов и др., 2024) сравнивают результаты DAS с МОВ ОГТ и показывают очень высокую сопоставимость результатов в условиях геологии Сахалина. Для малоуглубинного ВСП с использованием не зацементированного кабеля в работе (Судакова, Белов, 2021) показана возможность записи прямой продольной волны после часа накоплений (3600 раз – электроискровым источником). Приведенные в работе сейсмограммы малоинформативны из-за сильной зашумленности. Авторы (Спиридонов и др., 2023) показывают

* Ответственный автор: Сергей Владимирович Яскевич
e-mail: yaskevichsv@gmail.com

© 2026 Коллектив авторов

Статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией Creative Commons Attribution (CC BY) License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

применимость технологии DAS для сейсмологических приложений на объекте в России с использованием отечественного оборудования компании Т8, обсуждается оценка влияния направленной чувствительности DAS на определение магнитуд.

Кроме физических особенностей технологии оптоволоконных сейсмических регистраторов, эта область знаний содержит терминологические особенности. Они частично рассмотрены в работе (Кислов, Гравиров, 2022). Более компактная классификация, касающаяся акустических измерений, приведена в работе (Тимофеев, Грознов, 2020). В основе интеррогатора DAS лежит фазочувствительный когерентный оптический рефлектометр. В англоязычной литературе существует несколько терминов: Coherent Optical Time-domain Reflectometer (COTDR) и Phase-sensitive Time-domain Reflectometer (Ф-OTDR). Первый термин COTDR использовался в более ранних работах, сейчас практически везде используется Ф-OTDR. Стоит отличать COTDR/Ф-OTDR от обычных оптических рефлектометров (OTDR), которые используются для измерения затухания света в волокне и потерях/отражений на соединениях (O'sullivan, Lowe, 1986). За счёт высокой когерентности посылаемого в волокно зондирующего излучения и случайного распределения неоднородностей показателя преломления в волокне обратное рассеяние COTDR/Ф-OTDR имеет вид случайной интерференционной картины (Healey, 1984; Alekseev et al., 2012). В работе (Parker et al., 2014) анализировалась интенсивность рэлеевского рассеяния (рефлектограмма) в каждой точке вдоль длины волокна. При воздействии на волокно в какой-то точке изменение интенсивности происходит только в данной области рефлектограммы. Интеррогаторы, с помощью которых анализируется только интенсивность рефлектограммы, называют «амплитудными». Из-за случайной интерференции отклик «амплитудного» регистратора на одно и то же воздействие в разных точках волокна может очень сильно отличаться и быть нелинейным относительно формы внешнего воздействия. Для геофизических задач такой прибор непригоден и с геофизической точки зрения не составляет часть технологии измерений DAS. Для линейаризации отклика внешнего воздействия на волокно были реализованы способы измерения не интенсивности рефлектограммы, а её фазы (Juskaitis et al., 1994), которая пропорциональна удлинению волокна. После различных улучшений оптической схемы (Alekseev et al., 2014; Nikitin et al., 2018) изменения нашли более широкое применение. Такие приборы называют «фазовыми». Фазовые интеррогаторы упростили внедрение технологии DAS в сейсморазведке. Иногда «амплитудные» интеррогаторы приписывают к аббревиатуре COTDR, а «фазовые» – к Ф-OTDR. Однако часто происходит смешивание разного оборудования (фазовых и амплитудных методов измерения) в один ряд (Тимофеев, Грознов, 2020).

В связи с обилием схем считаем полезным повторить обзор рабочих вариантов DAS для задач сейсмики и в очередной раз обратить внимание на то, что DAS или распределенный оптоволоконный сенсор – это достаточно широкий класс приборов. Инженеры-разработчики оборудования при предложении коммерческих работ могут понимать под DAS амплитудную схему регистрации,

но явно это не указывать. В настоящей работе будет показано, почему такая схема плохо применима в сейсморазведке. Приведен пример теста, который может ввести в заблуждение на предмет пригодности оборудования для геофизического использования, и пример апробации оборудования с фазовой схемой регистрации. Особое внимание читателя будет обращено на корректные способы оценки аппаратуры в полевых условиях.

Описание экспериментальных установок

В настоящей работе будут показаны результаты тестирования оборудования с использованием трех различных расстановок: вибростенд, система наблюдений в скважине, наземный профиль наблюдений.

Вибростенд

В лабораторных условиях тестировали только интеррогатор, основанный на «амплитудной» схеме регистрации, который не применяется в сейсморазведке. Стенд (рис. 1) позволяет передать акустический сигнал от керамических пьезошайб, составляющих его центральную колонну, на оптоволоконный кабель, который намотан на систему подвижных блоков. Подвижные блоки позволяют кабелю проскальзывать по блокам, но жестко закреплены на круглых пластинах – торцах колонны пьезошайб. Малая величина осцилляций обеспечивает передачу сигнала к оптоволокну без значимых провисаний кабеля. Дублирующей системой наблюдений здесь является сейсмоприемник, жестко закрепленный на торце вибростенда.

Скважинные наблюдения

Для скважинных наблюдений использовалась экспериментальная скважина глубиной около 150 м, диаметром порядка 25 см, заполненная водой. Верхняя часть (первые 30 м) скважины обсажена стальной трубой, нижняя часть заходит в плотные кристаллические породы и не обсажена. Многомодовый оптоволоконный кабель подвешен

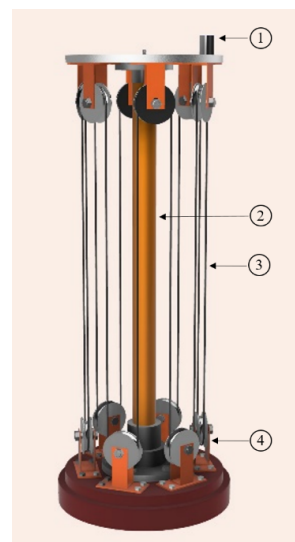


Рис. 1. Схема вибростенда. Основные элементы конструкции: 1) сейсмоприёмник, жёстко закреплённый на торце стенда, 2) центральная колонна, составленная из пьезошайб, 3) оптоволоконный кабель, 4) система вращающихся блоков, закреплённых на торцах колонны.

от устья и соприкасается с обсадкой колонны в точке входа в скважину. К одному и тому же кабелю в различные промежутки времени подсоединялись два различных устройства регистрации: «амплитудный» интеррогатор, который испытывался на вибростенде (с интервалом опроса 10 м), а также фазовый интеррогатор DAS (с интервалом опроса 1 м). Дублирующей системой наблюдений являлась коса гидрофонов параллельно подвешенная в той же самой скважине. Длина расстановки гидрофонов 100 метров с шагом между гидрофонами 2 метра, в скважине расстановка гидрофонов подгружена балластом. К стенкам скважины расстановка гидрофонов точек крепления не имеет (подвешена на устье скважины).

Наблюдения на профиле

Поверхностные наблюдения были реализованы в виде профиля длиной 150 м. Разрез верхней части представлен неоген-четвертичными рыхлыми отложениями. Они подстилаются сложным палеозойским разрезом, который сложен сланцами, характеризующимися высокими скоростями распространения волн. Прямой многомодовый оптоволоконный кабель был уложен на дно траншеи глубиной 1 м, которая была выполнена траншекопателем, ширина траншеи составила 20–30 см. Перед укладкой кабеля дно траншеи было дополнительно почищено от обломочного материала и утрамбовано. Затем траншея была закопана ранее извлеченным материалом, который при закапывании трамбовался, предполагается что это обеспечило достаточное сцепление кабеля с грунтом. Дублирующей системой наблюдений служила расстановка трехкомпонентных сейсмоприемников с шагом 2 м.

Наблюденные данные и их анализ

Вибростенд

Вибростенду сообщалась линейная развертка по частотам от 0 до 300 Гц. Длительность развертки составляет 60 с. На рис. 2 показаны записи, полученные при помощи «амплитудного» интеррогатора DAS и при помощи сейсмоприемника. Для сейсмоприемника наблюдается процесс его осцилляции с приблизительно неизменной амплитудой, при этом частота осцилляций меняется в соответствии с линейным законом изменения частоты свип-сигнала. Для оптоволоконного измерителя в наблюдаемом

интервале записи развертки наблюдается сигнал, отличающийся от фонового шума. Сигнал существенно слабее по соотношению сигнал/шум, чем запись сейсмоприемника (соотношение сигнал/шум равно 3 по сравнению с 100), но явно выделяется над фоновым шумом. Был выбран интервал опроса 5 м, который давал наилучшее соотношение сигнал/шум. По результатам данного теста можно ошибочно предположить, что этот прибор соответствует общей практике DAS, когда обозначается меньшая амплитуда записи (чем у геофона). Тем более, что часть просадки по амплитудам может быть вызвана способом намотки кабеля на стенд, его недостаточной натяжкой при установке.

Скважинные наблюдения

Для расстановок в скважине обрабатывался импульсный электроискровой источник типа спаркер в нижней точке скважины. В записях расстановки гидрофонов в скважине (рис. 3), в первую очередь, наблюдается гидро-волна – волна, распространяющуюся по столбу жидкости в скважине со скоростью около 1.5 км/с. При геофизических исследованиях эта волна чаще всего рассматривается как волна помеха. При усилении в 100 раз волновая картина становится разнообразнее, в первых вступлениях идентифицируется волна со скоростью порядка 3.3 км/с. Мы интерпретируем эту волну как волну по кабелю, так как для объемных волн и местного разреза эта скорость не типична. Локальная скоростная модель по данным вертикального сейсмического профилирования показана в (Yaskevich et al., 2022). Дополнительным аргументом в пользу волны по кабелю (кроме типичной скорости) является образование обменных волн по типу: волна по кабелю – гидроволна, они хорошо заметны в правой и левой частях сейсмограммы.

Данные «фазового» интеррогатора DAS представлены на рис. 4. Мы наблюдаем волновую природу регистрируемого события, как и в случае гидрофонов с аналогичной скоростью (около 3.3 км/с). Для этого события наблюдается относительно высокое соотношение сигнал/шум, которое фактически позволяет определить время прихода волны, но об отслеживании изменения формы импульса по-прежнему говорить не приходится.

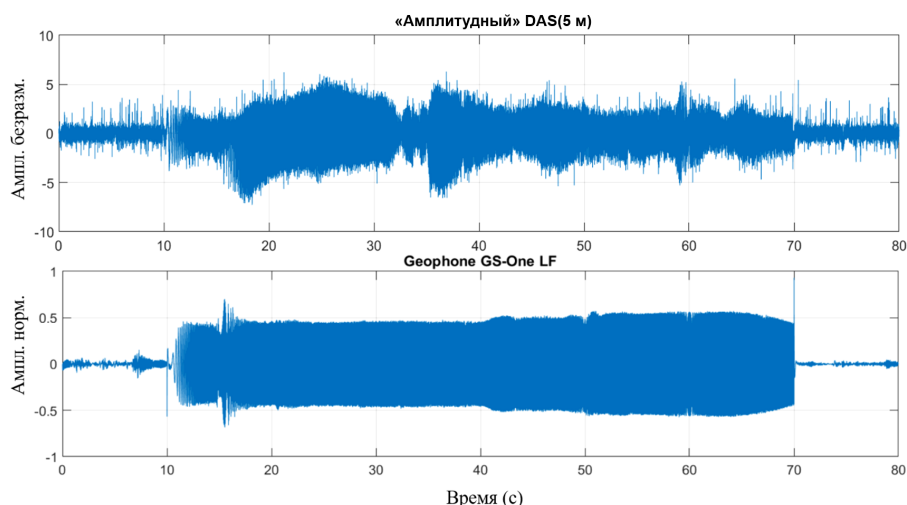


Рис. 2. Данные, записанные на вибростенде «амплитудным» интеррогатором DAS (сверху), сейсмоприемником (снизу)

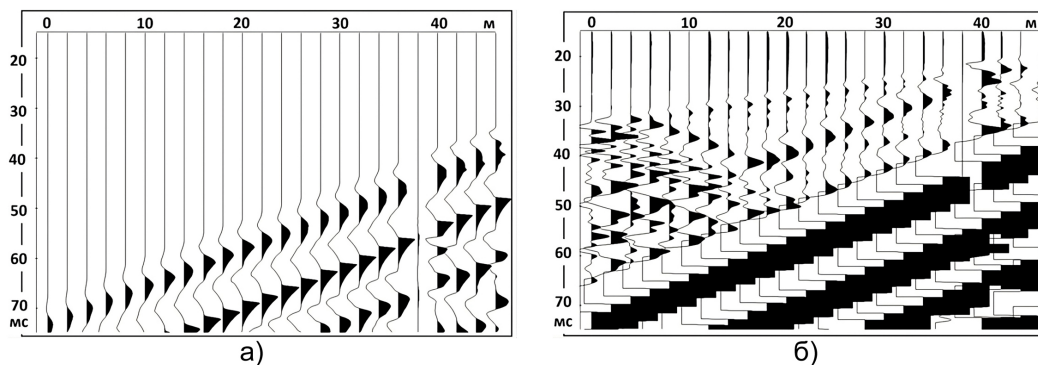


Рис. 3. Сейсмограммы расстановки гидрофонов с различным усилением. При малом усилении наблюдается вступление гидроволны (скорость 1.5 км/с), при большом усилении наблюдаются волна по кабелю со скоростью около 3.3 км/с. В левой и правой частях усиленной сейсмограммы заметно формирование обменных волн типа: волна по кабелю-гидроволна.

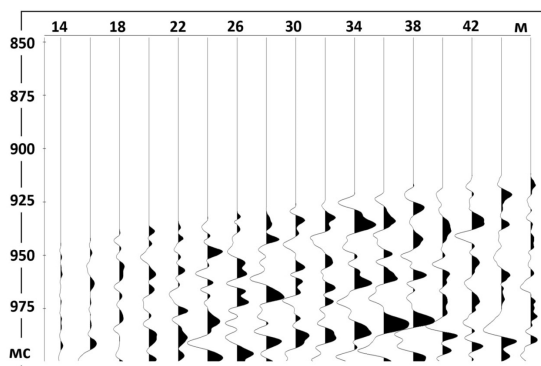


Рис. 4. Данные «фазового» интеррогатора DAS, отмечается отклик кабеля на волну по кабелю (со скоростью около 3.3 км/с)

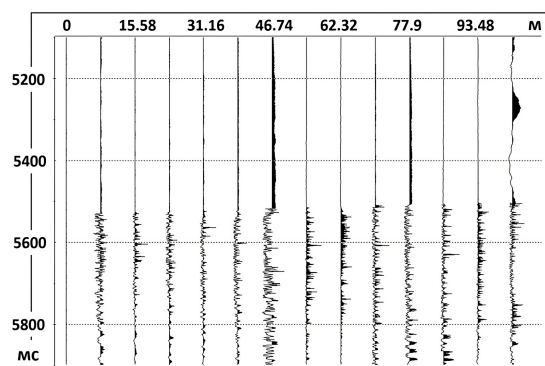


Рис. 5. Данные «амплитудного» интеррогатора. Наблюдается время начала регистрации отклика кабеля на волновой процесс в виде случайного шума после момента прихода, предположительно, волны по кабелю.

Данные оптоволоконного регистратора, основанного на «амплитудной» схеме, представлены на рис. 5. В записях с времени, пропорционального задержке, приблизительно соответствующей скорости распространения волны порядка 3.5 км/с, наблюдается начало некоторого процесса, природа которого выглядит как случайная. В записях не выделяются характерные для волновой картины формы импульсов, а происходит регистрация сигнала, напоминающего случайный шум, который начинается с некоторого обозначенного запаздывания. Не представляется возможным для таких данных применить методы обработки, практикуемые в сейсморазведке, также такая запись не соответствует наилучшим современным практикам того, что демонстрируют современные оптоволоконные системы.

Гидроволны не наблюдаются для обоих типов оптоволоконных регистраторов. Это связано с тем, что оптоволоконный кабель, подвешенный с натяжкой в столбе жидкости не растягивается гидроволной.

Наблюдения на профиле

Скважинные наблюдения не всегда легко организовать в рамках полевого тестирования оборудования. Одним из простых методов является реализация профильных наблюдений. Сейсмограммы для фазового DAS и X-компоненты расстановки сейсмоприемников приведены на рис. 6. Эта компонента сейсмоприемников соосна с направлением кабеля. Обработывалось несколько типов

воздействий, но в статье мы приводим только результат импульсного воздействия типа центр расширения на ПВ в крайней части профиля без накоплений. Наблюдается волновая картина, близкая к типичной, выделяется поверхностная волна и фазы, которые ее обгоняют: рефрагированные волны с поляризацией, близкой к горизонтальной. Данные DAS больше осложнены шумом, полного соответствия в волновой картине не наблюдается, но общая структура волнового поля в виде цуга объемных и поверхностных волн повторяется. Запись в окне рефрагированных волн ощутимо слабее, что, возможно, связано с разными диаграммами направленности DAS и горизонтального сейсмоприемника. Также на рис. 6 показаны окна для спектрального анализа данных.

Спектральный состав записи в интервалах прихода полезных волн можно назвать близким. В окне прихода рефрагированной волны (показано красным) соответствие в спектральной области высокое (рис. 7). Наблюдается максимум в диапазоне частот 15–40 Гц, основное отличие данных DAS – повышенный уровень шума на частотах вне указанного диапазона. Для интервала записи, характерного поверхностной волне в низких частотах (3–10 Гц), можно предположить, что энергия сигнала DAS выглядит информативнее и перспективнее для дальнейшего использования.

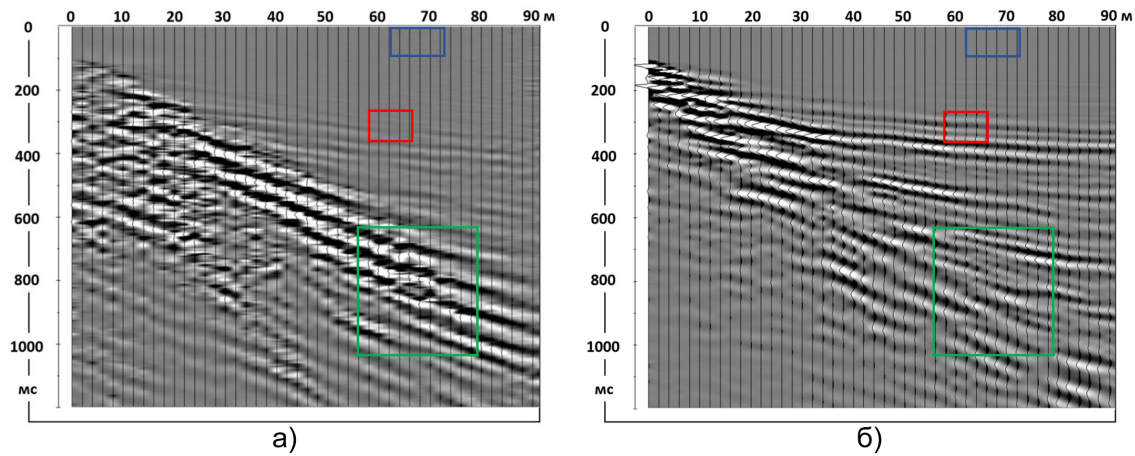


Рис. 6. Сейсмограммы для профильной системы наблюдений: а – оптоволоконные данные, б – данные X-компоненты сейсмоприемников на профиле. Прямоугольные области показывают окна спектрального анализа: зеленым – в окне прихода поверхностных волн, красным – в окне прихода рефрагированных волн, синим – в области шума.

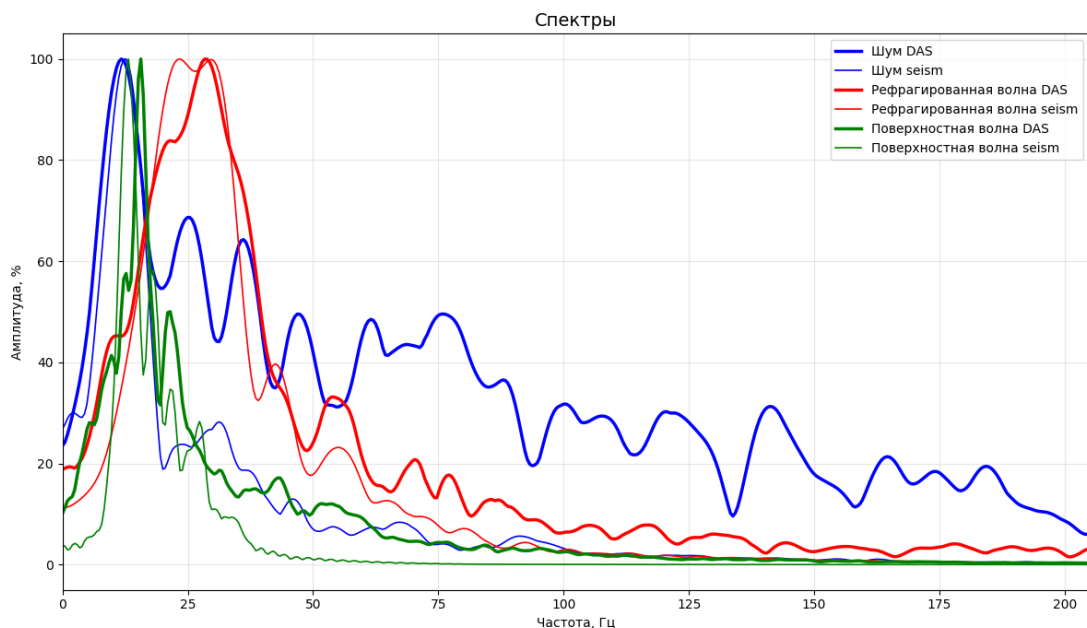


Рис. 7. Амплитудные спектры для участков записей, показанных на рис. 6. Цвета соответствуют цветам выбранных контуров. Жирным показаны спектры для DAS, нежирным – для геофонов.

Дискуссия

Применение оптоволоконных устройств рано или поздно займет устойчивую нишу в области геофизического практикоприменения. Нашу работу мы направляли не на эксперта в области оптоволоконной сенсорики а на геофизика или недропользователя, поверхностно знакомого с тематикой, и она скорее носит обзорный характер. В работе мы напомнили, что прибор, основанный на амплитудной схеме регистрации, не позволяет регистрировать кондиционный материал для сейсмических работ, хотя можно было условно указать на применимость по экспериментам на вибростенде. Хотим обратить внимание, что для оценки работоспособности оборудования в случае его новизны и неопробованности лучше опираться на наблюдаемые сейсмограммы в рамках опытных полевых сейсмических работ.

Выводы

Сейсморазведка при помощи оптоволоконных систем представляет собой интенсивно развивающуюся область в России. С уже известными системами оптоволоконной регистрации достаточно просто обращаться ввиду многократно опубликованных практик применения, но они присутствуют в виде единичных экземпляров на сегодняшнем рынке. В то же время разрабатываются новые решения, не все из которых отвечают современным представлениям о сейсморазведочном DAS. Формулировка того, что понимается под DAS в среде разработчиков оборудования, может интерпретироваться достаточно широко. К DAS в сейсморазведочной практике относится фазовая система регистрации и не относится амплитудная, применение которой широко встречается в области охраны периметров.

Для фазовой оптоволоконной системы регистрации мы показываем корректность с точки зрения вида записи двумя различными способами – скважинные наблюдения и наблюдения на профиле (с точки зрения формы и амплитуды сейсмических сигналов). Для фазового регистратора компании T8 показана кондиционность материалов и их соответствие конвенциональным сейсмическим наблюдениям (использовался комплекс регистрации «Агидель»).

Ответ на вопрос заголовка – является ли аппаратура DAS или не является – зависит от источника запроса, т.е. привязан к области знаний. В сейсморазведке DAS – это фазовая схема регистрации Ф-OTDR, в области разработки оптоволоконного оборудования DAS – это широкий класс приборов, многие из которых не применимы в сейсморазведке. Мы показали в своей работе пример эксперимента на вибростенде и его интерпретацию, которая может указать на то, что «амплитудная схема регистрации» применима в сейсморазведке. Полевые тесты в скважине и на поверхности показали, что применение этой схемы регистрации приводит к получению некондиционных полевых данных. Такой вид приборов в мировой практике оптоволоконной сейсморазведки к DAS не относится.

Финансирование/Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (грант № 075-15-2023-588).

Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам за проделанную работу по анализу рукописи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

Акуленко А.С., Горшенин А.В., Ганиев Т.Р., Воробьев Ю.В. (2023). Опыт применения волоконно-оптических распределенных систем при выполнении работ всп-нвсп. *Геофизика*, 6, с. 22–27. <https://doi.org/10.34926/geo.2023.46.45.004>

Баранов К.В., Рыков А.П., Облеков Р.Г. и др. (2024). Финальные результаты обработки сейсмических данных 3d всп, зарегистрированных оптоволоконными измерительными системами (овис) на пильгун-астохском месторождении. *Геофизика*, 1, с. 2–14. <https://doi.org/10.34926/geo.2024.84.73.001>

Чугаев А.В., Кузнецов А.И. (2022). Сравнение оптоволоконной системы регистрации сейсмоакустических сигналов и гидрофонов при межскважинных исследованиях. *Горное эхо*, 3, с. 42–49. <https://doi.org/10.7242/echo.2022.3.7>

Кислов К.В., Гравиров В.В. (2022). Распределенное акустическое зондирование: новый инструмент или новая парадигма. *Сейсмические приборы*, 58(2), с. 5–38. <https://doi.org/10.21455/si2022.2-1>

Спирidonov Е.П., Наний О.Е., Никитин С.П., Кислов К.В., Старовойт Ю.О., Бенгальский Д.М., Трещиков В.Н. (2023). Международный эксперимент global das month: предварительные результаты анализа данных. *Наука и технологические разработки*, 102(4), с. 75–87. DOI: 10.21455/std2023.4-5

Судакова М.С., Белов М.В., Понимаскин А.О., Пирогова А.С., Токарев М.Ю., Колобакин А.А. (2021). Особенности обработки данных вертикального сейсмического профилирования морских малоглубинных скважин с волоконно-оптическими распределенными системами. *Геофизика*, 6, с. 110–118.

Тимофеев А.В., Грознов Д.И. (2020). Классификация источников сейсмоакустической эмиссии в оптоволоконных системах мониторинга протяженных объектов. *Автоматрия*, 56(1), с. 59–73.

Шехтман Г.А., Жуков А.П., Калимулин Р.М., Ван Жуйчжэ (2025). Многоволновое ВСРП на оптоволоконном кабеле: multi-wave DAS VSP. *Геофизика*, 3, с. 67–73. <https://doi.org/10.34926/geo.2025.75.46.009>

Шнеерсон М.Б. (2017). Распределенные акустические сейсмические системы при работах ВСРП. *Экспозиция Нефть Газ*, 1(54), с. 23–25.

Alekseev A.E., Tezadov Y.A., Potapov V.T. (2012). Statistical properties of backscattered semiconductor laser radiation with different degrees of coherence. *Quantum Electronics*, 42(1), pp. 76–81. <https://doi.org/10.1070/QE2012v042n01ABEH014719>

Alekseev A. E., Vdovenko V. S., Gorshkov B. G., Potapov V. T., Simikin D. E. (2014). A phase-sensitive optical time-domain reflectometer with dual-pulse phase modulated probe signal. *Laser Physics*, 24(11), 115106. <https://doi.org/10.1088/1054-660X/24/11/115106>

Juskaitis R., Mamedov A.M., Potapov V.T., Shatalin S.V. (1994). Interferometry with Rayleigh backscattering in a single-mode optical fiber. *Optics letters*, 19(3), pp. 225–227. <https://doi.org/10.1364/OL.19.000225>

Healey P. (1984). Fading in heterodyne OTDR. *Electronics letters*, 20(1), pp. 30–32. <https://doi.org/10.1049/el:19840022>

Hartog A.H. (2017). An introduction to distributed optical fibre sensors. CRC press. <https://doi.org/10.1201/9781315119014>

Li Y., Karrenbach M., Ajo-Franklin J. (Eds.). (2022). Distributed acoustic sensing in geophysics: Methods and applications. John Wiley & Sons, vol. 268. <https://doi.org/10.1002/9781119521808>

López-Mercado C.A., Jason J., Spirin V.V., Escobedo J.B., Wuilpart M., Mégret P., ... & Fotiadi A.A. (2018). Cost-effective laser source for phase-OTDR vibration sensing. *Optical Sensing and Detection V*, vol. 10680, pp. 590-597. SPIE.

Mestayer J., Cox B., Wills P., Kiyashchenko D., Lopez J., Costello M., ... & Lewis A. (2011). Field trials of distributed acoustic sensing for geophysical monitoring. *Society of Exploration Geophysicists*. Tulsa, OK, USA, pp. 4253–4257. <https://doi.org/10.1190/1.3628095>

Mateeva A., Lopez J., Potters H., Mestayer J., Cox B., Kiyashchenko D., ... & Detomo R. (2014). Distributed acoustic sensing for reservoir monitoring with vertical seismic profiling. *Geophysical Prospecting*, 62(4), pp. 679–692. <https://doi.org/10.1111/1365-2478.12116>

Nikitin, S. P., et al. (2018). Distributed temperature sensor based on a phase-sensitive optical time-domain Rayleigh reflectometer. *Laser Physics*, 28(8), 085107. <https://doi.org/10.1088/1555-6611/aac714>

Nikitin S., Fomiryakov E., Kharasov D., Nanii O., & Treshchikov V. (2020). Characterization of ultra-narrow linewidth lasers for phase-sensitive coherent reflectometry using eom facilitated heterodyning. *Journal of Lightwave Technology*, 38(6), pp. 1446–1453. <https://doi.org/10.1109/JLT.2019.2952688>

O'sullivan M.S., Lowe R.S. (1986). Interpretation of SM fiber OTDR signatures. *Optical Testing and Metrology*, 661, pp. 171–176. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.938609>

Parker, T., Shatalin, S., Farhadiroushan, M. (2014). Distributed acoustic sensing-A new tool for seismic applications. *First Break*, 32(2). <https://doi.org/10.3997/1365-2397.2013034>

Peng F., Wu H., Jia X.H., Rao Y.J., Wang Z.N., & Peng Z.P. (2014). Ultra-long high-sensitivity Ф-OTDR for high spatial resolution intrusion detection of pipelines. *Optics express*, 22(11), pp. 13804–13810. <https://doi.org/10.1364/OE.22.013804>

Timofeev A.V. (2015). Monitoring the railways by means of C-OTDR technology. *Int. J. Mech. Aerosp. Ind. Mech. Eng.*, 9, pp. 634–637.

Yaskevich S.V., Dergach P.A., Chernyshov G.S., Nevedrova N.N., Sanchaa A., Shalaginov A.E., ... & Karsten W. (2022). The effect of near-surface azimuthal anisotropy on a joint interpretation of seismic and electrical resistivity data. *Near Surface Geophysics*, 20(3), pp. 279–291. <https://doi.org/10.1002/nsg.12206>

Сведения об авторах

Сергей Владимирович Яскевич – кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник, Новосибирский государственный университет; старший научный сотрудник, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН

Россия, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1
e-mail: yaskevichsv@gmail.com

Данил Равильевич Харасов – заместитель начальника департамента исследований и разработок по датчикам и новым разработкам, ООО Т8

Россия, 107076, Москва, ул. Краснобогатырская, д. 44, стр. 1
e-mail: kharasov@t8.ru

Петр Александрович Дергач – научный сотрудник, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН; научный сотрудник, Новосибирский государственный университет

Россия, 630090, Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, д. 3

Антон Альбертович Дучков – кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник, Новосибирский государственный университет; заместитель директора, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН

Россия, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1
e-mail: DuchkovAA@ipgg.sbras.ru

Алексей Задоев – аспирант, Новосибирский государственный университет

Россия, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1

Иван Васильевич Бойчук – магистрант, Новосибирский государственный университет

Россия, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1

Александр Викторович Яблоков – кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН; старший научный сотрудник Новосибирского государственного университета

Россия, 630090, Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, д. 3

e-mail: YablokovAV@ipgg.sbras.ru

Статья поступила в редакцию 28.03.2025;

Принята к публикации 03.09.2025;

Опубликована 30.03.2026

IN ENGLISH

ORIGINAL ARTICLE

Fiber-Optic Interrogators: DAS or Not DAS? Field and Laboratory Testing

S.V. Yaskevich^{1,3}, D.R. Kharasov², P.A. Dergach^{1,3}, A.A. Duchkov^{1,3}, A.Yu. Zadoev¹, I.V. Boychuk¹, A.V. Yablokov³*

¹Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

²T8 LLC, Moscow, Russian Federation

³A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

*Corresponding author: Sergey V. Yaskevich, e-mail: yaskevichsv@gmail.com

Abstract. Seismic instrumentation is becoming increasingly diverse. A major milestone has been the emergence of fiber-optic recording systems based on the capability to measure the time-varying strain of an optical fiber cable. The technology is now well developed and available as commercial solutions. The broad class of fiber-optic recorders referred to as DAS (Distributed Acoustic Sensor (Sensing)) includes several operating principles for working with optical fiber, and not all of them can be applied effectively in seismic exploration. In some cases, it is difficult to identify the technical type of the equipment, especially for new developments. In this paper, we demonstrate an example of equipment testing on a physical laboratory bench that could indicate whether the instrument is suitable; however, field tests reveal that the hardware solution is not appropriate for seismic exploration tasks. We emphasize the importance of field validation of equipment prior to deployment and demonstrate the inapplicability of “amplitude” DAS for seismic exploration applications.

Keywords: DAS, interrogator, optical fiber, seismic instruments, recording, experimental setup, acoustics

Acknowledgments

This study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (grant no. 075-15-2023-588).

The authors express their deep gratitude to the reviewers for their work in reviewing the manuscript.

Recommended citation: Yaskevich S.V., Kharasov D.R., Dergach P.A., Duchkov A.A., Zadoev A.Yu., Boychuk I.V., Yablokov A.V. (2026). Fiber-Optic Interrogators: DAS or Not DAS? Field and Laboratory Testing. *Georesursy = Georesources*, 28(1), pp. 115–122. <https://doi.org/10.18599/grs.2026.1.3>

References

- Akulenko A.S., Gorshenin A.V., Ganiev T.R., Vorobyov Yu.V. (2023). Experience in using fiber-optic distributed systems in VSP-NVSP operations. *Geofizika*, 6, pp. 22–27. (In Russ.) <https://doi.org/10.34926/geo.2023.46.45.004>
- Alekseev A.E., Tezadov Y.A., Potapov V.T. (2012). Statistical properties of backscattered semiconductor laser radiation with different degrees of coherence. *Quantum Electronics*, 42(1), pp. 76–81. <https://doi.org/10.1070/QE2012v042n01ABEH014719>
- Alekseev A. E., Vdovenko V. S., Gorshkov B. G., Potapov V. T., Simikin D. E. (2014). A phase-sensitive optical time-domain reflectometer with dual-pulse phase modulated probe signal. *Laser Physics*, 24(11), 115106. <https://doi.org/10.1088/1054-660X/24/11/115106>
- Baranov K.V., Rykov A.P., Oblekov R.G. et al. (2024). Final results of processing 3D VSP seismic data recorded by fiber-optic measuring systems (OVIS) at the Piltun-Astokhskoye field. *Geofizika*, 1, pp. 2–14. (In Russ.) <https://doi.org/10.34926/geo.2024.84.73.001>
- Chugaev, A.V., Kuznetsov, A.I. (2022). Comparison of a fiber-optic system for recording seismoacoustic signals and hydrophones in cross-wellbore studies. *Gornoe ekho*, 3, pp. 42–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.7242/echo.2022.3.7>
- Juskaitis R., Mamedov A.M., Potapov V.T., Shatalin S.V. (1994). Interferometry with Rayleigh backscattering in a single-mode optical fiber. *Optics letters*, 19(3), pp. 225–227. <https://doi.org/10.1364/OL.19.000225>
- Healey P. (1984). Fading in heterodyne OTDR. *Electronics letters*, 20(1), pp. 30–32. <https://doi.org/10.1049/el:19840022>

- Hartog A.H. (2017). An introduction to distributed optical fibre sensors. CRC press. <https://doi.org/10.1201/9781315119014>
- Kislov K. V., Gravirov V. V. (2022). Distributed acoustic sounding: a new tool or a new paradigm. *Seismicheskie pribory*, 58(2), pp. 5–38. (In Russ.) <https://doi.org/10.21455/si2022.2-1>
- Li Y., Karrenbach M., Ajo-Franklin J. (Eds.). (2022). Distributed acoustic sensing in geophysics: Methods and applications. John Wiley & Sons, vol. 268. <https://doi.org/10.1002/9781119521808>
- López-Mercado C.A., Jason J., Spirin V.V., Escobedo J.B., Wuilpart M., Mégrét P., ... & Fotiadi A.A. (2018). Cost-effective laser source for phase-OTDR vibration sensing. *Optical Sensing and Detection V*, vol. 10680, pp. 590-597. SPIE.
- Mestayer J., Cox B., Wills P., Kiyashchenko D., Lopez J., Costello M., ... & Lewis A. (2011). Field trials of distributed acoustic sensing for geophysical monitoring. *Society of Exploration Geophysicists*. Tulsa, OK, USA, pp. 4253–4257. <https://doi.org/10.1190/1.3628095>
- Mateeva A., Lopez J., Potters H., Mestayer J., Cox B., Kiyashchenko D., ... & Detomo R. (2014). Distributed acoustic sensing for reservoir monitoring with vertical seismic profiling. *Geophysical Prospecting*, 62(4), pp. 679–692. <https://doi.org/10.1111/1365-2478.12116>
- Nikitin, S. P., et al. (2018). Distributed temperature sensor based on a phase-sensitive optical time-domain Rayleigh reflectometer. *Laser Physics*, 28(8), 085107. <https://doi.org/10.1088/1555-6611/aac714>
- Nikitin S., Fomiryakov E., Kharasov D., Nanii O., & Treshchikov V. (2020). Characterization of ultra-narrow linewidth lasers for phase-sensitive coherent reflectometry using eom facilitated heterodyning. *Journal of Lightwave Technology*, 38(6), pp. 1446–1453. <https://doi.org/10.1109/JLT.2019.2952688>
- O'sullivan M.S., Lowe R.S. (1986). Interpretation of SM fiber OTDR signatures. *Optical Testing and Metrology*, 661, pp. 171–176. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.938609>
- Parker, T., Shatalin, S., Farhadiroushan, M. (2014). Distributed acoustic sensing-A new tool for seismic applications. *First Break*, 32(2). <https://doi.org/10.3997/1365-2397.2013034>
- Peng F., Wu H., Jia X.H., Rao Y.J., Wang Z.N., & Peng Z.P. (2014). Ultra-long high-sensitivity Φ -OTDR for high spatial resolution intrusion detection of pipelines. *Optics express*, 22(11), pp. 13804–13810. <https://doi.org/10.1364/OE.22.013804>
- Spiridonov E.P., Naniy O.E., Nikitin S.P., Kislov K.V., Starovoytov Yu.O., Bengal'skiy D.M., Treshchikov V.N. (2023). International experiment global das month: preliminary results of data analysis. *Nauka i tekhnologicheskie razrabotki*, 102(4), pp. 75–87. (In Russ.) DOI: 10.21455/std2023.4-5
- Sudakova, M. S., Belov, M. V., Ponimaskin, A. O., Pirogova, A. S., Tokarev, M. Yu., & Kolyubakin, A. A. (2021). Features of processing vertical seismic profiling data from shallow marine wells with fiber-optic distributed systems. *Geofizika*, 6, pp. 110–118. (In Russ.)
- Timofeev A.V. (2015). Monitoring the railways by means of C-OTDR technology. *Int. J. Mech. Aerosp. Ind. Mech. Eng*, 9, pp. 634–637.
- Timofeev A.V. (2015). Monitoring the railways by means of C-OTDR technology. *Int. J. Mech. Aerosp. Ind. Mech. Eng*, 9, pp. 634–637.
- Timofeev, A. V., Groznov, D. I. (2020). Classification of seismoacoustic emission sources in fiber-optic monitoring systems for extended objects. *Avtometriya*, 56(1), pp. 59–73. (In Russ.)
- Shekhtman G.A., Zhukov A.P., Kalimulin R.M., Van Zhuychzhe (2025). Multi-wave DAS VSP. *Geofizika*, 3, pp. 67–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.34926/geo.2025.75.46.009>
- Shneerson, M. B. (2017). Distributed acoustic seismic systems in VSP operations. *Ekspozitsiya Neft' Gaz*, 1(54), pp. 23–25. (In Russ.)
- Yaskevich S.V., Dergach P.A., Chernyshov G.S., Nevedrova N.N., Sanchaa A., Shalaginov A.E., ... & Karsten W. (2022). The effect of near-surface azimuthal anisotropy on a joint interpretation of seismic and electrical resistivity data. *Near Surface Geophysics*, 20(3), pp. 279–291. <https://doi.org/10.1002/nsg.12206>

About the Authors

Sergey V. Yaskevich – Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Senior Researcher, Novosibirsk State University; Senior Researcher, A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

1 Pirogova St., Novosibirsk, 630090, Russian Federation
e-mail: yaskevichsv@gmail.com

Danil R. Kharasov – Deputy Head of the R&D Department for Sensors and New Developments, T8 LLC

44, building 1, Krasnobogatyrskaya St., Moscow, 107076, Russian Federation
e-mail: kharasov@t8.ru

Petr A. Dergach – Researcher, A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Researcher, Novosibirsk State University

1 Pirogova St., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

Anton A. Duchkov – Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Senior Researcher, Novosibirsk State University; Deputy Director, A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

3 Academician Koptyug Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation
e-mail: DuchkovAA@ipgg.sbras.ru

Alexey Zadoev – Graduate student, Novosibirsk State University

1 Pirogova St., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

Ivan V. Boychuk – Master's student, Novosibirsk State University

1 Pirogova St., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

Alexander V. Yablokov – Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Senior Researcher, A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Senior Researcher, Novosibirsk State University

3 Academician Koptyug Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation
e-mail: YablokovAV@ipgg.sbras.ru

Manuscript received 28 March 2025;

Accepted 3 September 2025;

Published 30 March 2026

© 2026 The Authors. This article is published in open access under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)