

Невозможное возможно: качественные и эффективные сейсморазведочные работы в сложных и ограниченных условиях

*Обзор открытой дискуссии на круглом столе конференции.
Слонов Д.Н., один из модераторов круглого стола.*



На конференциях «Геофест» всегда происходят интересные открытые дискуссии по различным проблемным аспектам геологоразведки.

В 2024 году организаторы подготовили обсуждения актуальной темы реализации небольших и сложных проектов в эксклюзивных зонах с развитой инфраструктурой и разрабатываемыми месторождениями, а также в условиях сложных поверхностных условий. В зале собрались специалисты из ведущих геофизических компаний и их Заказчики, которые регулярно сталкиваются с необходимостью решения локальных геоло-

гических задач на небольших и «старых» объектах (Рис.1.).

Дискуссия во многом стала ответом на актуальные вызовы полевых сейсморазведочных работ, сформулированные в выступлениях представителей ведущих нефтегазовых и сервисных компаний РФ:

1. Малые сейсморазведочные площади;
2. Необходимость повышения плотности данных;
3. Сейсмика на разрабатываемых месторождениях с высокой техногенной нагрузкой;

▼ Рис. 1. Участники круглого стола на тему эффективной работы на малых и сложных объектах. Конференция «Геофест-2024».



4. Слалом-профилирование, неравномерные системы наблюдений

От редактора: Доклад «Горы зовут в разведку» о выполнении сейсморазведочных работ в Предуралье от Захарова Ю.М. стал весьма показателен для темы дискуссии – и с точки зрения «утяжеления» методики, и с точки зрения отличных геологических результатов, полученных, несмотря на сложнейшие сейсмогеологические условия.

Представитель крупной ВИНК, модератор круглого стола:

Легких и больших объектов, требующих традиционного подхода использования больших и мощных партий, становится все меньше и меньше. При этом локальных задач, при решении которых сейсморазведка будет весьма эффективна, остаётся предостаточно. И развитие технологий и оборудования в сейсморазведке постоянно расширяет круг решаемых задач.

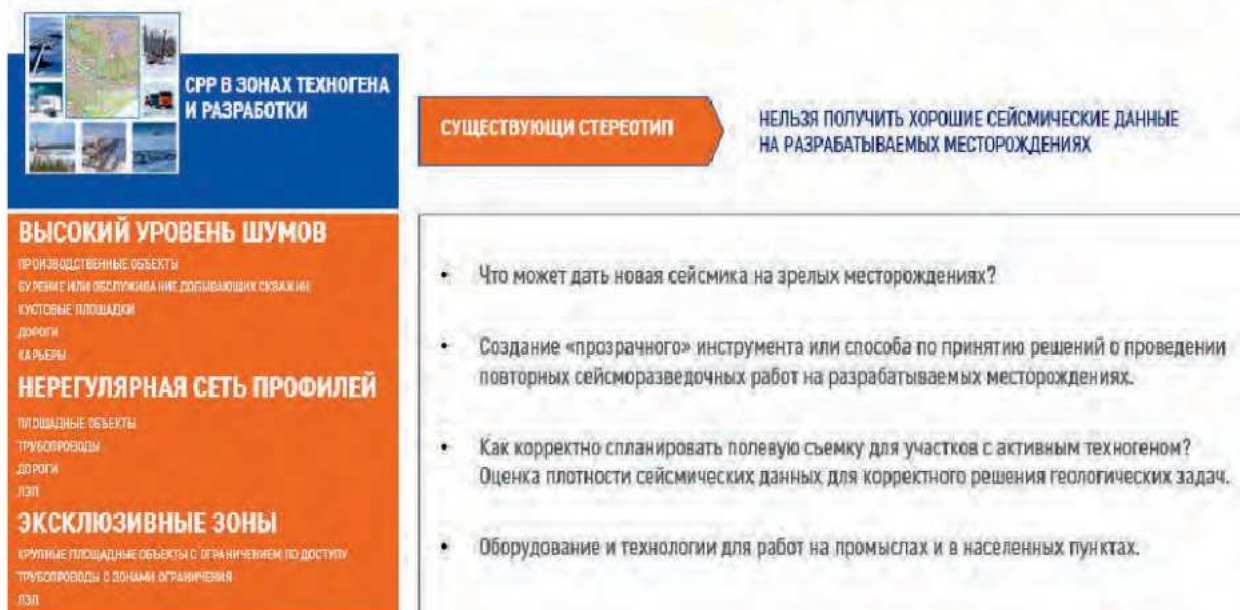
Это детализация давно разрабатываемых месторождений, поиск пропущенных залежей и доизучение краевых частей объектов. Причем, это задачи, требующие относительно небольших объемов исследования – порядка и 100 и меньше квадратных километров съемки. Это очень нужные и важные задачи с точки зрения Заказчика-недропользователя, однако для исполнителя выполнение таких объемов не интересно. Просто не выгодно, в рамках бюджета, который может выделить Заказчик. Какие организационные и технологические решения могут изменить ситуацию. Фактически создав нишу «малых» проектов, интересных и Заказчику, и Исполнителю? Рис.2.

Захаров Ю.М. (ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», г. Пермь, Ведущий геофизик Управления сейсмических исследований)

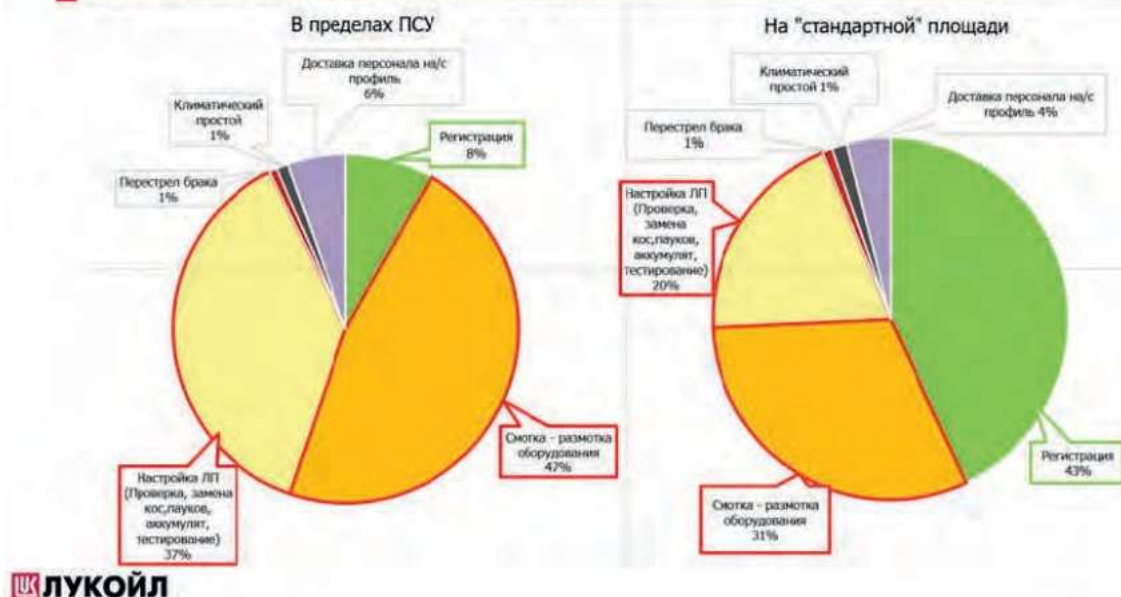
В предгорных условиях Пермского края мы имеем опыт выполнения проек-

▼ Рис. 2. Круг вопросов для обсуждения на круглом столе Геофеста. (Из презентации ВИНК).

КРУГЛЫЙ СТОЛ: «КАК РАБОТАТЬ ЭФФЕКТИВНО И КАЧЕСТВЕННО В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНА НА ЗРЕЛЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ»



Временные затраты по видам работ



▲ Рис. 3. Хронограмма сложного проекта в предгорных условиях Урала и «стандартного» проекта в регионе. (Из доклада Захарова Ю. М. на конференции «Геофест»).

тов в сложных геологических ситуациях надвиговой тектоники, экстремальных поверхностных условиях изрезанного рельефа и экологических ограничений. Работы выполнялись силами нашего постоянного партнера компании «Пермнефтегеофизика», по плотности съемки максимально приближенной к традиционным проектам в Пермском крае. Отмечу, что практически вся расстановка полевой системы наблюдения выполнялась без использования техники – вручную. Да, производительность оказалась ниже стандартных проектов, а цена на такие работы выше. Но при этом, мы впервые получили полноценную геологическую картину, благодаря том, что реализовали проект 3D. Однако, надо понимать, что время размотки и наладки оборудования в таких условиях вырастет кратно. Рис. 3. И, конечно, технологические решения и новое оборудование, облегчающее выполнение данных видов работ сейсморазведочного конвейера расширит возможности ведения работ в

сложных условиях. А геологических задач, которые надо там решать в таких условиях – предостаточно. Необходимо накапливать опыт работ в условиях передовой складчатости Урала, разрабатывать механизмы расчёта и оценки методики изучения региона с позиции наилучшего соотношения стоимости работ и их геологической эффективности.

Гладилов Д.В. – главный инженер ООО «Соника»

Для того, чтобы эффективно выполнять небольшие проекты необходимо максимально снижать стоимость всех элементов сейсморазведочных работ. Дешевый канал, дешевое возбуждение, легкая техника, небольшая по численности партия. Дешевый канал и малая партия – это нодальные системы, которые просты в работе, не требуют тяжелой техники. А источник возбуждения – это импульсный источник, причем в движении. Да, это сигнал от этого источника источника существенно менее мощный,

чем взрывной. Однако, наложите на проект, расположенный над действующим промыслом схему охранных зон, и окажется, что возбуждение с использованием ВВ делать просто негде. И обеспечить смещением ПВ даже условно регулярную сетку и кратность – невозможно. А импульсным источником можно обеспечить высокую и сверхвысокую плотность ПВ, несмотря ни на какие коммуникации. И эта плотность компенсирует низкую мощность сигнала, и возможные пропуски ПВ.

Но главный вопрос – какие должны быть подходы со стороны Заказчика при контроле технологии. За чем должен следить супервайзер и какова должна быть периодичность такого контроля. И без формализации данного вопроса широкое использование «легких» технологий так и останется эксклюзивом, несмотря на успешный опыт выполнения подобных проектов, в том числе и силами нашей компании ООО «Соника».

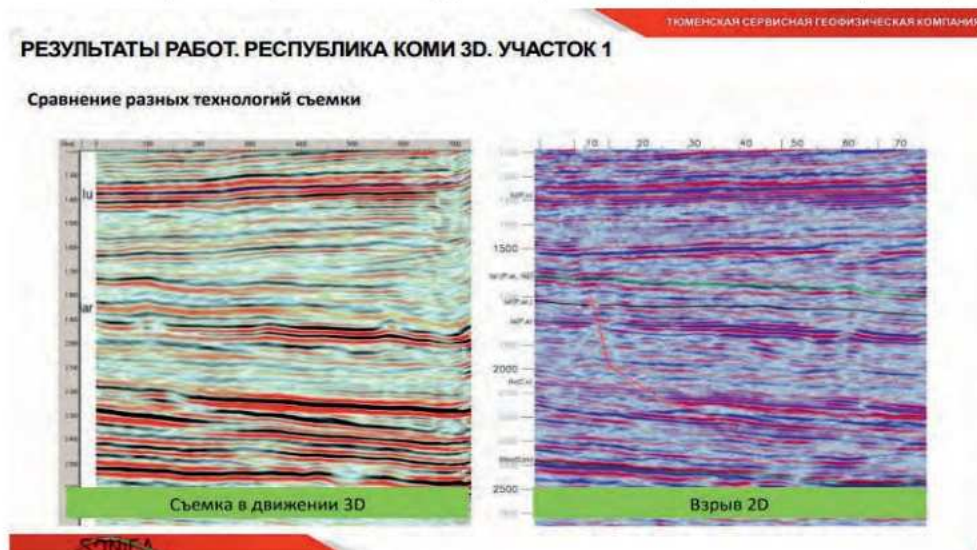
Зозуля В. А. (главный геофизик ООО «ТСГК»)

Данная технология – импульсный источник в движении – позволяет произ-

водить работы по экологосберегающим принципам с применением как стандартных, так и криволинейных профилей. Производительность, по сравнению со стандартной технологией работ возрастает, в среднем, примерно в 1,5 раза, что вместе с сокращением количества оборудования и персонала позволит снизить себестоимость работ. Результаты обработки сейсмических данных показали, что высокая плотность (и кратность) данных съемки в движении обеспечивают лучший статистический эффект накопления сигналов и подавления помех на ряде этапов обработки.

Обработанный материал съемки в движении характеризуется более высокой вертикальной разрешенностью за счет отсутствия накопления на точке воздействия, уменьшения базы группирования источников, а также лучшей работы деконволюции и других процедур, что, в свою очередь, приводит к лучшему качеству прослеживаемости верхних горизонтов за счет более высокой плотности и фактической кратности на малых временах. Общая глубина исследований при этом не уменьшается и позволяет изучать разрез на глубины до

▼ Рис. 4. Сравнение итоговых временных разрезов съемки в движении и при использовании ВВ. (Из доклада Зозули В. А., Гладилова Д. В. и др. на конференции «Геофест»).



3–5 км. Рис.4.

Таким образом, необходимо развивать технологию работ «в движении» сразу в нескольких направлениях. Во-первых, необходимо снижать удельную стоимость канала в приемном тракте «возбуждение-регистрация». И тут необходимо и увеличивать как канальность работ на проекте, так и снижать стоимость единичного канала.

Что касается стандартов контроля качества, то давно назрела необходимость мониторинга работоспособности оборудования и условий возбуждения как основного критерия контроля качества. В условиях высокой плотности работ в сейсморазведке отслеживание каждой трассы становится архаичным подходом, о котором говорит все больше специалистов.

Федоров А.Б. – главный геофизик АО «ГЕОТЕК»

Несомненно, все озвученные вызовы на данной дискуссии являются актуальными и уже в полной мере затрагивают существенную долю современных сейсморазведочных проектов. Это данность, с которой приходится считаться и предлагать решения которые устроят, как ВИНКов, так и сервисные компании. Компания ГЕОТЕК уже много лет работает по всем современным сейсморазведочным методикам проведения полевых работ в любых географических, климатических и поверхностных условиях, используя все возможные источники возбуждения сейсмических сигналов.

Одним из стратегических направлений сейсморазведки является продвижение и внедрение на рынке геофизических услуг высокоплотных систем наблюдений при проведении сейсморазведоч-

ных работ МОГТ-3D (4D) — переход на высокоточные (высокоплотные) системы наблюдений с целью повышения разрешающей способности и помехозащищённости получаемых данных.

Факторы, сдерживающие внедрение технологии высокоразрешающей сейсморазведки: высокая цена за прогноз, экологическая нагрузка на среду, и сохраняющейся профессиональный и технологический консерватизм.

Специалистами АО «ГЕОТЕК» предложен новый вектор развития данной тематики: использовать для возбуждения упругих волн невзрывной импульсный электромагнитный источник «ЕНИСЕЙ» в движении – технология ISSD (СЭМ-100 и новую мощную модификацию Н-20).

Это позволяет внедрять высокоплотные и высокоэффективные методики производства сейсморазведочных работ уже сейчас.

Основные преимущества применения импульсных электромагнитных источников:

- Экологичность — верхние слои грунта не разрушаются;
- Универсальность — возможность работы в любых климатических и поверхностных условиях, в том числе в условиях техногенной застройки;
- Энергоэффективность — потребляемая источником мощность не превышает 2–5 кВт, что в 20–30 раз меньше вибрационного источника;
- Экономичность — для реализации проекта необходимо гораздо меньше задействованных ресурсов и оборудования в сравнении с вибрационными или взрывными методиками для сейсморазведочной партии, включая этап мобилизации.

Компания АО «ГЕОТЕК» на собственных мощностях выпускает широкий модельный ряд источников «Енисей», который представлен тремя модификациями (колёсные, санные, водные) для производства наземных работ и работ на акваториях. Наши источники применимы практически в любых регионах проведения сейсморазведочных работ.

Результаты опытно-методических и производственных работ по технологии ISSD в различных регионах РФ и ближнего зарубежья свидетельствует о её эффективности и может быть рекомендована при проведении СРР.

В заключении хотелось бы отметить, что постепенный переход к высокоплотным системам наблюдений будет планомерно развиваться на территории нашей страны. Не принципиально, с какой стороны будет происходить уплотнение сейсмических съёмок: ПП или ПВ, но это случится. За долгое время компания АО «ГЕОТЕК» прошла этап от идеи до реализации и промышленного внедрения технологии с импульсными электромагнитными источниками в движении ISSD, что позволяет создать высокоэффективную методику СРР позволяющую сократить цикл ГРР и обеспечить раннюю разработку месторождений нефти и газа. Данный факт должен позволить всем нефтяным компаниям своевременно получить возврат инвестиций и начать раньше срока получать прибыль, а также ответить на основные актуальные вызовы современных СРР.

Череповский А. В. (АО «Росгеология», член редакционной коллегии «Приборы и Системы разведочной геофизики»)

Сегодня на современных больших проектах за рубежом – прежде всего на

Ближнем Востоке и в Северной Африке – в одной сеймопартии используются десятки виброисточников, работающие по произвольной схеме с одиночным накоплением, и сто тысяч и более каналов в приемной расстановке.

И уже много лет Заказчик следит исключительно за работоспособностью оборудования и качеством регистрации данных с точки зрения ветровых помех. А сам сейсмический материал детально анализируется уже только на этапе обработки. Ответственность за качество окончательных данных переносится на обработчиков.

Обработка вытянет все. Прежде всего, за счет высокой плотности наблюдений и кратности ОГТ.

Гордич Е.А. ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», г. Тюмень, Ведущий геофизик Управления сейсмических исследований

Думаю, все слышали фразу, что время «легкой нефти» ушло. Для сейсморазведчиков это означает, что настало время предложить Заказчикам новую, полезную в добыче нефти и газа информацию.

Естественно, наращивать информативность сейсморазведочных работ необходимо на всех этапах, но нас здесь в первую очередь интересуют полевые работы. В настоящее время, для метода общей глубинной точки, увеличение плотности трасс на кв.км. является самым понятным механизмом повышения информативности во время регистрации. При этом, главным остаётся вопрос, а какая плотность данных будет достаточна для решения поставленных задач и помощи в разработке месторождений? Ведь при недостаточной плотности мы теряем полезную информацию, а при избыточной – «утяжеляем» проект без возврата инвестиций. Кроме этого, немаловажно помнить, что для каждого

из регионов будет своя оптимальная плотность, которая зависит не только от геологического строения перспективных объектов, но и от приповерхностных условий.

Задачи определения прироста информативности сейсморазведки и «достаточной» плотности данных в настоящий момент являются одними из самых главных в индустрии, так как в случае успеха мы сможем обосновать не только постановку работ на новых участках, но и «перестрел» на зрелых месторождениях. При этом важно помнить, что значительную роль в экономическом обосновании постановки более плотных сейсморазведочных работ играет применение беспроводного регистрирующего оборудования, а также высокопроизводительных импульсных и вибрационных методик.

Зоммер А. С. ООО «ТНЦ» ПАО «НК Роснефть»

Полностью разделяем, озвученные коллегами, актуальные вызовы развития СРР. Не смотря на смещение основных объемов СРР на Восток, выполняемых на этапах поиска и разведки, основные перспективы СРР, мы также связываем с доразведкой зрелых месторождений в частности в Западной Сибири. Проведение таких работ направлено на освоение невовлеченных запасов, не разработанных интервалов и снижение рисков при бурении. К СРР выполняемых на этапе доразведки, на действующих месторождениях, предъявляются высокие требования к технологичности как методических приемов, так и технических средств. Отмечаем, что предлагаемые участниками рынка СРР услуг, технические решения, соответствуют актуальным вызовам. Использование нодальных систем считаем возможным на проектах компании. И мы готовы в рамках подготовки конкретных проектов в рамках принятых в ПАО

«НК «Роснефть» стандартов выполнения сейсморазведочных работ адаптировать Техническое задание под возможности аппаратуры. При этом, конечно, исполнитель должен трезво оценивать риски выполнения проекта и максимально работать над их минимизацией. Используя и дополнительные ресурсы, и ведя предпроектные исследования площади работ.

Думаю, дополнительная подготовка, например, проведение ВЛС, а также дополнительное внимание к полноте и сохранности оборудования помогут снижению рисков проекта.

Гафаров Р.М. – главный геофизик АО «Башнефтегеофизика»

По моему мнению, актуальные вызовы, представленные на экране, это уже не вызовы для геофизики, а повседневность, с которой мы сталкиваемся очень часто.

Отработка малых площадей в АО «Башнефтегеофизика» велась всегда, просто это нигде не представлялось как некое ноу-хау. Наши мобильные партии ориентированы на выполнение работ модификаций ВСП в комплексе с наземной сейсмикой, но есть опыт отработки и чисто полевых сейсморазведочных работ, малых объёмов, до 100 кв.км.

О возможностях производства работ высокой плотности было рассказано на этой конференции ГЕОФЕСТ-2024, где мы, на участке в 40 кв.км., достигли плотности 13,4 миллиона трасс на квадратный километр и, практика показала, что это далеко не предел. Обработка полученных материалов производится в настоящее время и должна дать заключение о достаточности достигнутой плотности. В случае недостаточности, резервы для повышения плотности, имеются.

Ред. Статья по докладу АО «Башнефтегеофизика» «Мобильная партия» - эффективные способы решения задач малоразмерных объектов, краевых частей залежей и околоскважинного пространства» на конференции «Встречи на Волге» представлена в данном номере.

Для работ в зонах техногена, считаю необходимым обязательно включать в комплекс работ проведение воздушного лазерного сканирования, которое обеспечит предварительное, грамотное планирование будущих работ. Такой опыт у АО «Башнефтегеофизика» тоже имеется на Астраханском газоконденсатном месторождении (АГКМ), где на участке 900 кв.км, территория АГКМ составила почти 400 кв.км., на которой находилось 150 добывающих скважин и сотни километров коммуникаций, железных и автомобильных дорог. При соответствующей подготовке и планировании, возможно проведение работ с любой сложной техногенной ситуацией.

Слалом-профилирование считаю грамотным методическим приёмом, экономящем ресурсы партии и сохраняющим экологию. Но, инициатива проведе-

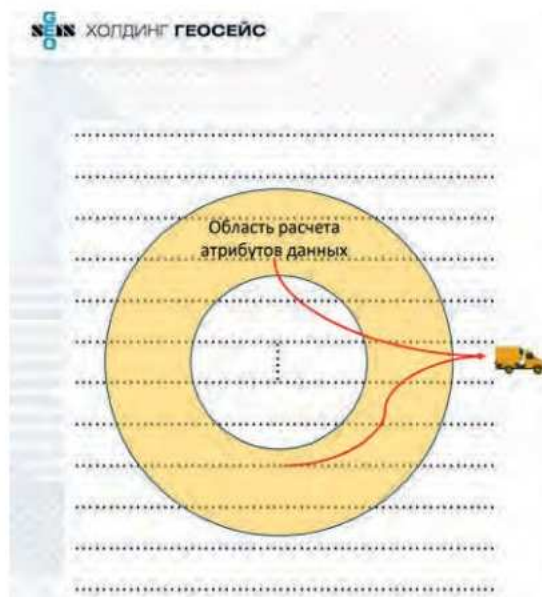
ния работ по такой методике должна принадлежать Заказчику и быть включена в тендерные условия.

Осуществление импульсных воздействий в движении считаю разновидностью высокоплотной сейсморазведки. Но, энергия импульсного источника кратно уступает сейсмовибратору и, если сигнал не достаёт до целевых горизонтов, то толку от высокой плотности не будет. Представляемые на конференциях материалы, конечно, впечатляют, но окончательный вердикт по данной методике мы сможем дать только после получения в наши руки полевых материалов и соответствующей обработки.

Юров А.А. главный геофизик ООО «Фирма «Геосейс».

Коллеги! Давайте разделять в терминологии бескабельные системы и нодальные системы. Это не одно и то же. ПАК «Геотом» в отличии от так называемых «слепых» нодальных систем является полноценной телеметрической системой, обеспечивающей полный контроль состояния приемной расстановки и условий регистрации данных. Более того, сегодня уже можно говорить о возмож-

▼ Рис. 5. Вариант организации контроля качества сейсмического материала (из доклада Тиссена А. А. на конференции «Геофест»).

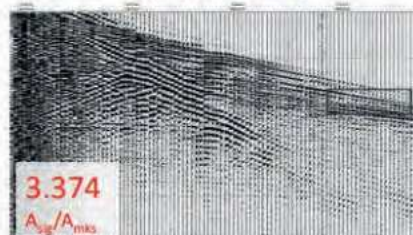


Рекомендации для МОГТ 2D/3D

Контроль качества по сейсмограммам ОПП

Вариант 1: После отработки каждого ф.н. оператор скачивает по радиоканалу 1-2 трассы из зоны расчета атрибутов для передачи на ПВЦ

Вариант 2: После отработки смены выбирается 2-5 ПП, которые были всегда в активной расстановке, с них скачивается весь отработанный материал за смену, формируются сейсмограммы ОПП, которые передаются на ПВЦ



ности контроля сейсмического материала в околореальном времени. На наш взгляд, эта возможность опциональна – для качественных данных достаточно видеть статус каждого блока и оценивать уровень шумов. Но оценивать материал ПАК «Геотом» позволяет, имея возможность выборочного скачивания одиночных трасс. И технология работы с ПАК «Геотом» должна иметь согласованную с Заказчиком минимально необходимую выборку трасс, скачиваемых в процессе регистрации или в процессе перемотки данных. Пример рекомендаций по организации работы с этой российской бескабельной сейсморегистрирующей системой был представлен в докладе Александра Тиссена (ООО «Фирма «Гео-сейс»): «Рекомендации по эффективной работе с ПАК «ГЕОТОМ». Рис. 5.

Такая возможность, в сочетании с удаленным контролем статусов всей приемной расстановки и уровня шумов,

делает ПАК «Геотом» максимально адаптивным к действующим в отрасли стандартам проведения сейсморазведочных работ. Это решение не только соответствует современным требованиям, но и обуславливает высокую эффективность и надежность в процессе получения данных. ПАК «Геотом» представляет собой российскую разработку, которая изначально ориентирована на нужды российских Исполнителей и Заказчиков, занимающихся сейсмическими исследованиями.

Это добавляет дополнительную ценность продукту, так как учитывает особенности и специфику работы в различных геологических условиях страны, обеспечивая полноценное соответствие требованиям отечественного рынка и поддерживая высокий стандарт качества услуг.

▼ Рис. 6. Удобство в расстановке ПАК «Геотом» оценено работниками СП-3 ООО «ТСГК» (Из доклада Митрофанова Д. Ю. на конференции «Геофест»).



Митрофанов Д. Ю. начальник геофизического отдела ООО «ТСГК»

В прошедшем зимнем сезоне на Западно-Усть-Балыкской площади мы смогли в полной мере оценить эффективность ПАК «Геотом». Работники партии оценили российскую разработку с точки зрения ее технологичности и удобства в работе. Одна бригада загружает в сани около 100 блоков (максимум – 105 блоков «ГЕОТОМ» с подключенными сейсмоприемниками YF-Solo-5Hz). При перевозке «RT-2» с максимальной загрузкой часто теряются внешние антенны. Рис.6.

Смотка-размотка блоков «ГЕОТОМ» выполняется быстрее, чем с «RT-2», т.к. «ГЕОТОМЫ» не требуют ежедневной замены аккумуляторных батарей. Настройка профиля во время работы минимальна, отсутствие внешних антенн и аккумуляторных батарей. Весной в оттепель блоки «ГЕОТОМ» работают стабильно, что нельзя сказать о «RT-2» (наличие внешних антенн и батарей у «RT-2»).

Думаю, ПАК «Геотом» может стать эффективным технологическим решением для выполнения небольших проектов, особенно в условиях разрабатываемых месторождений или развитой инфраструктуры.

Представитель ВИНК: модератор круглого стола:

Подводя итоги, могу отметить, наша компания готова к применению бескабельных систем сбора данных (слепые, с передачей статусов технического состояния оборудования, с передачей данных с выборочных модулей, с передачей в околореальном времени 100% зарегистрированных данных).

Кроме того, мы имеем опыт и планируем продолжать работы с низкоэнергети-

ческими импульсными данными – импульсный источник в движении, работы малой группой источников на ледовых поверхностях.

Подходы к организации получения качественных данных (от подготовки профилей до оперативной оценки качества) технологий бескабельного сбора данных и применения низкоэнергетических источников сейчас не формализованы, «изобретаются по месту» каждой сервисной компанией самостоятельно, что несет высокие риски не принятия таких данных в обработку, либо как минимум долгие дискуссии о качестве с исполнителями обработки на этапе анализа первичных данных.

Считаю, участникам рынка целесообразно общими усилиями формализовать эти подходы с учетом накопленного опыта.

Слонов Д. Н. Главный редактор журнала «Приборы и Системы разведочной геофизики», модератор круглого стола.

Несомненная польза такой открытой дискуссии в рамках круглого стола в формализации проблемы, разделении ее на составляющие, каждая из которых может иметь свое решение. И конкретное предложение одного из лидеров технологического развития российской сейсморазведки к разработке общими усилиями нормативного документа, открывающего возможности использования нового оборудования и технологий в отрасли, является отличным результатом дискуссии.



VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ GEOFEST-2024

