

Реализация комбинированного подхода к оценке качества и обработке полевых сейсмических данных, полученных различным оборудованием в сложных поверхностных условиях участка работ

- Калинин А.Ю., Багрова И.А., Гаврилов С.С., Ревяко А.В., Сариева, М.Ф., ЗАО «МиМГО», г. Москва.
- Волохов Р.Д., «Славнефть-Мегионнефтегаз», г. Мегион.

Тенденцией последнего времени является проведение сейсморазведочных работ МОГТ-3D в районах с развитой инфраструктурой, где применяемые стандартные методики полевых работ и подходы к оценке качества сейсмики становятся нерезультативны для дальнейшего уверенного определения свойств и характеристик продуктивных пластов.

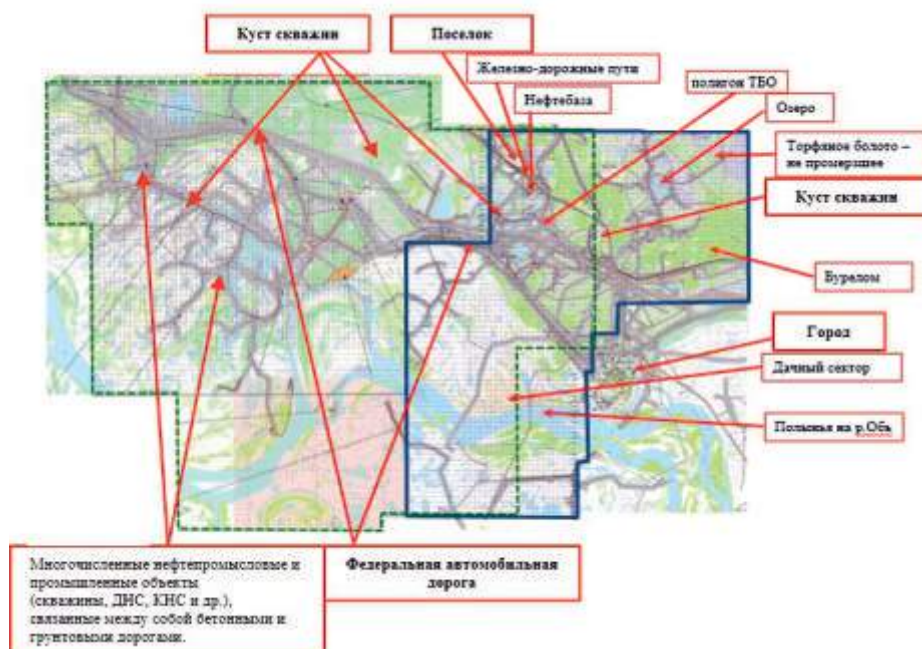
В данной статье показана эффективность применения гибкого подхода к выбору методики полевых работ, критериев оценки кондиционности полевых сейсмических материалов в эксклюзивных зонах, связанных с влиянием техногенных и поверхностных условий, а также продемонстрирован комплексный подход оценки зон риска в процессе камеральных работ для решения поставленных геологических задач.

Исследуемый участок находится в Западной Сибири в зоне крайне развитой

инфраструктуры (автомобильные трассы, железнодорожные дороги, непосредственно территория города и поселка). На всей территории присутствуют постоянно работающие скважины, многочисленные нефтепромысловые и промышленные объекты, связанные между собой бетонными и грунтовыми дорогами. На юге площади находится река Обь (рисунок 1). Все перечисленные факторы негативно влияют как на качество регистрируемых сейсмических данных, так и наличие обширных пропусков.

Полевые работы выполнялись компанией ООО «ТСГК», обработка и интерпретация – ЗАО «МиМГО», контроль и оперативное сопровождение на всех этапах работ осуществлялся представителями ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз» и ООО «Газпромнефть НТЦ».

Система наблюдений, примененная на данной площади, стандартная для ХМАО:



◀ Рис. 1.
Абрис
площади
работ.

центрально-симметричная «крест», расстояние между линиями приема – 300 м, между линиями возбуждения – 300 м, 2904 активных каналов, шаблон съемки – 22 приемных линии по 132 канала, расстояние между ПВ 50 м, расстояние между ПП 50 м, база группирования сейсмоприемников – «в точку», номинальная кратность ОГТ – 121. Перед началом работ проводилось воздушное лазерное сканирование и цифровая аэрофотосъемка, по результатам чего была создана цифровая модель с точностью масштаба 1:5000. Полученная модель позволила спрогнозировать необходимость применения различных систем регистрации и видов источников возбуждения сейсмического сигнала, что дало возможность скомпенсировать снижение плотности исследований.

Производство сейсморазведочных работ выполнялось с применением технологии «Зелёная сейсмика». Использовалось беспроводное регистрирующее оборудование RT System 2 в комбинации со стандартным кабельным телеметрическим оборудованием ARAM ARIES II. Обе сейсмостанции работали в «синхронном режиме», ARAM-ARIES II являлась ведущей, а RT System 2 – ведомой. Объём используемого беспроводного оборудования по проекту был не менее 50% от общего объёма.

Основной массив данных получен при помощи взрывного источника с глубиной заложения заряда 18 м. На незамерзших участках болот, на участках, ограниченных инфраструктурой с невозможным заездом тяжелой вездеходной техники – глубина источника была уменьшена до 12 м. В области верховых болот на северо-востоке глубина источника увеличена до 21 м. В населенных пунктах, охранных зонах коммуникаций, акватории р. Обь, озёрах были использованы импульсные источники.

Следует также отметить, что полевые данные получены последовательно в

течение 3-х полевых сезонов (с запада на восток). При оценке качества материала производился многоступенчатый комбинированный подход. Сейсмические данные оценивались изначально на полевом вычислительном центре (ВЦ), далее после окончания полевого сезона уже на обрабатывающем ВЦ проводился детальный анализ. Данные, которые по каким-либо атрибутам сейсмической записи были ниже допустимых значений, дополнительно проходили предварительную обработку и анализ.

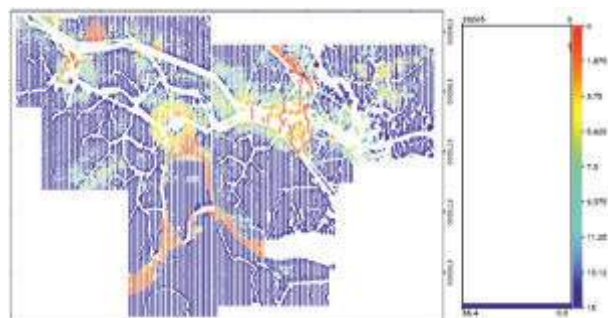
Вышеупомянутые поверхностные условия и особенности съемки отразились в первую очередь на картах отношения сигнал-помеха. Данные самого низкого качества (отношение сигнал/помеха < 2) – это данные импульсных источников (рисунок 2).

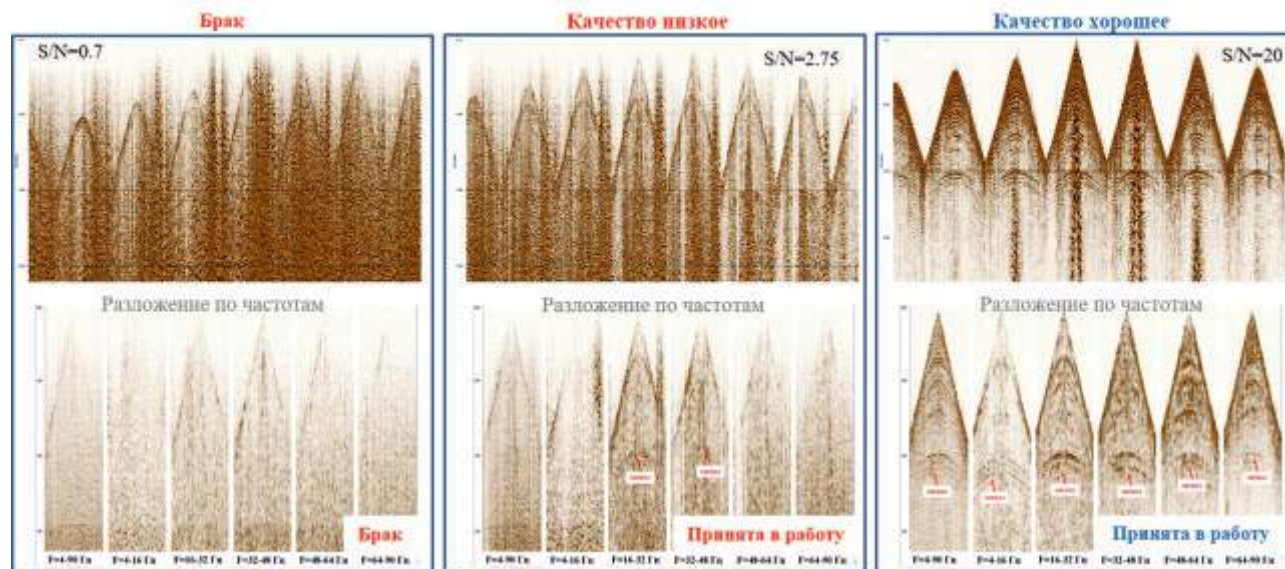
Согласно формальному критерию качества, указанному в задании на регистрацию (отношение сигнал/помеха не менее 5 и 15 для данных, полученных с различными типами взрывных источников и не менее 3 – с импульсными источниками), по оценке S/N не соответствует более 25% данных.

Реализуя комбинированный подход к оценке качества исходного полевого материала с целью сохранения максимально возможной информации и исключения формирования обширных пропусков, специалистами были сформированы внутренние критерии качества.

В ручном режиме были просмотрены все сейсмограммы с $S/N < 3$, по ним выпол-

▼ Рис. 2. Карта отношения сигнал/помеха.





▲ Рис. 3. Фрагменты сейсмограмм разного качества во всем зарегистрированном частном диапазоне (сверху), с разложением по частотам (снизу).

нено разложение по частотам для оценки наличия сигнальной составляющей. В случае полного отсутствия полезной информации, сейсмограмма браковалась. В результате было отбраковано только 0,8% данных, полностью не содержащих сигнал (рисунки 3).

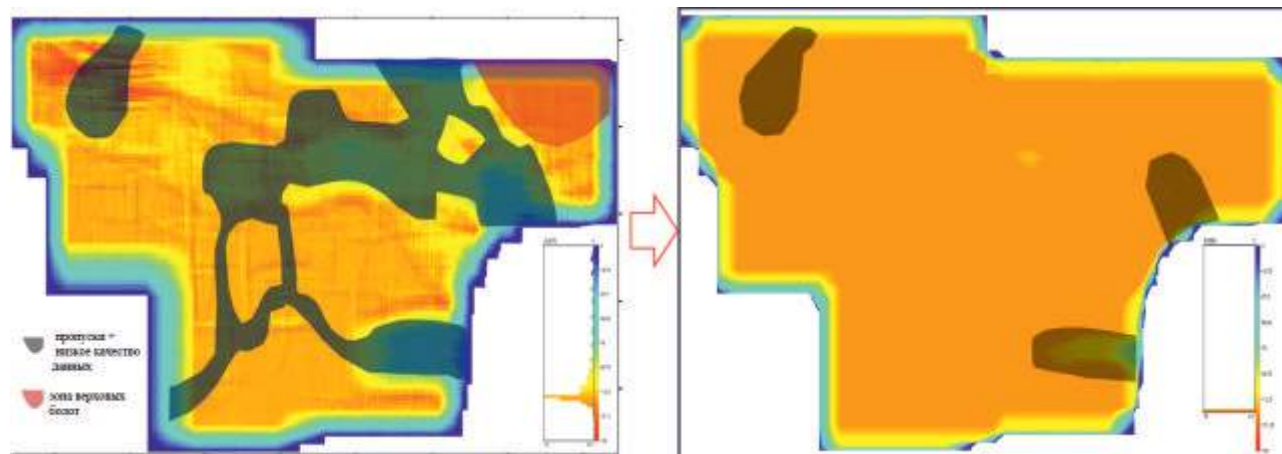
По результатам выполненного анализа были приняты в работу данные низкого качества, что не позволило увеличить и без того достаточное количество пропусков ПВ, но с условием определения и формирования «зон риска» для решения задач структурной и динамической интерпретации. «Зоны риска» – области с совокупным влиянием негативных факторов, к

которым отнесли наличие уже существующих обширных зон пропусков, низкое качество сейсмического материала в локальных зонах, наличие интенсивного техногенного шума, зону верховых не промерзших болот (рисунки 4).

Необходимо отметить, что оконтуренные области с данными низкого качества попадают в предполагаемые зоны развития русловых отложений дельтовой системы продуктивного пласта Ю1 и, в частности, в контуры залежей и перспективных объектов.

Негативное влияние обозначенных факторов было ожидаемо также и на процедуры обработки как для статических

▼ Рис. 4. Карты фактической кратности с выделенными «зонами риска» на этапе приемки полевого материала (слева), на этапе завершения обработки (справа).



решений (отсутствие данных для расчета статических поправок в местах пропусков), так и для динамической задачи (увязка всего объема сейсмического материала по АЧХ и отдельное шумоподавление в зонах техногенных помех).

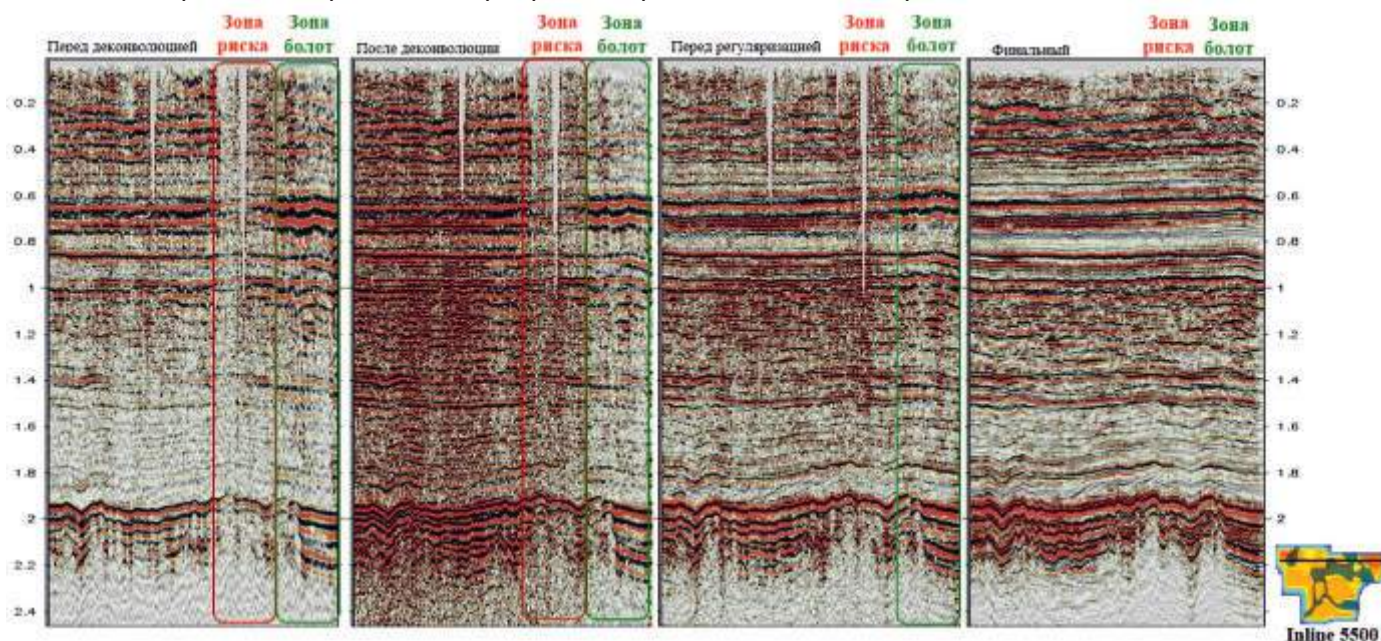
Обработка каждого последующего сезона выполнялась вместе с данными предыдущих сезонов, т.е. с каждым новым полевым сезоном материалы прошлого подлежали переобработке. Объединение данных выполнялось на начальном этапе с целью исключить возможное проявление контуров съемок на картах атрибутов, а также получения единой согласованной модели ВЧР. В рамках обработки материалов 1-го сезона было выполнено тестирование основных процедур и подходов, составлен оптимальный граф обработки. Однако, с поступлением материалов следующих сезонов граф обработки корректировался из-за объективного ухудшения качества последних. Третий полевой сезон отличался аномально теплой зимой, что повлияло на качество материалов в районе не промерзших верховых болот на северо-востоке площади. Также не применялись импульсные источники на ледовой поверхности р. Обь, что явилось причиной значительного

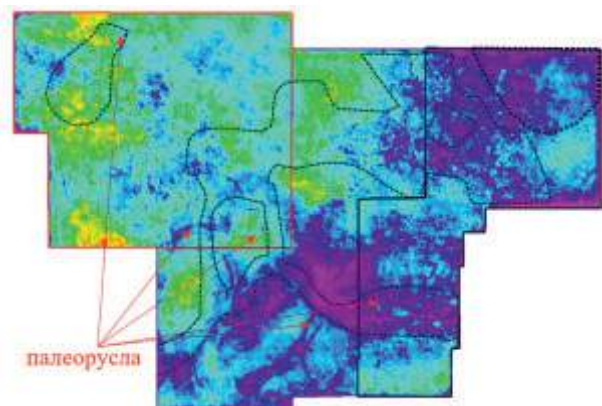
пропуска в данной области.

В процессе обработки особое внимание уделено как кинематической, так и динамической составляющей. Для ПВ низкого качества перед деконволюцией был применен отдельный, расширенный граф по шумоподавлению, чтобы скомпенсировать различия в качестве данных. После деконволюции выполнялось поэтапное подавление помех в различных сортировках для эффективного удаления случайного и когерентного шума за счет замешивания в одну сортировку данных с разных ПВ.

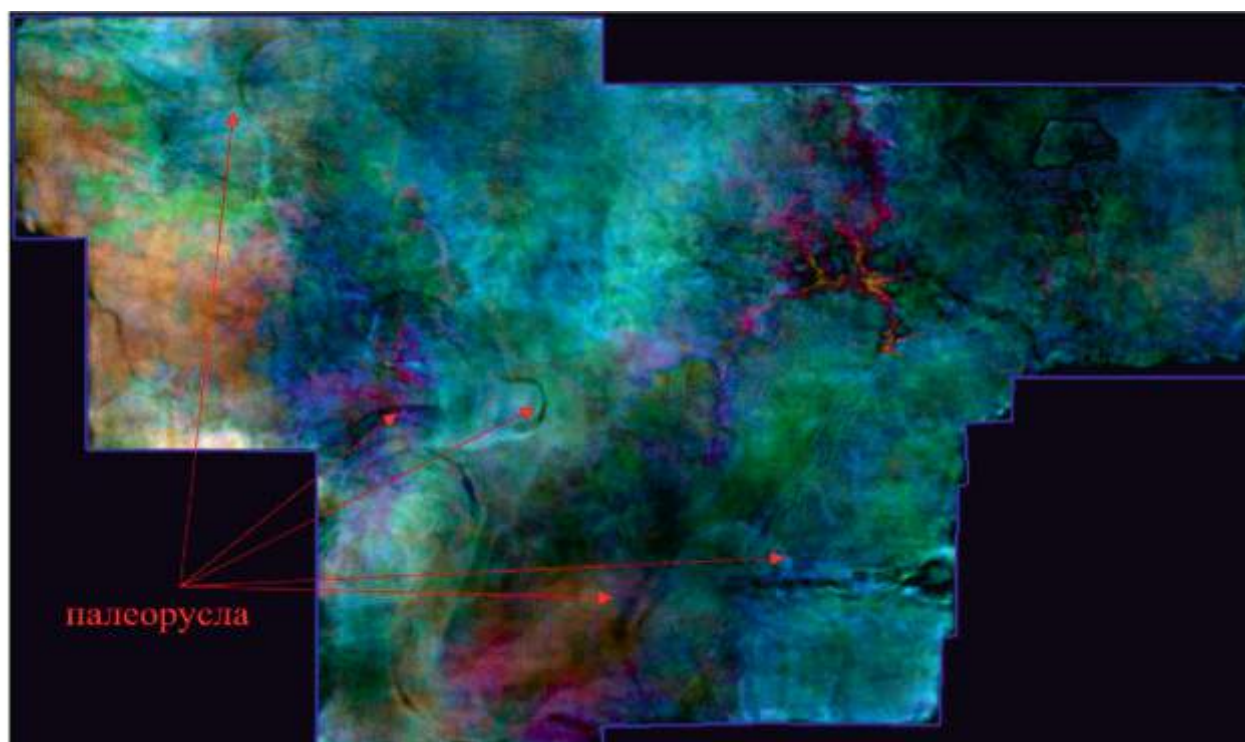
В рамках интерпретационного сопровождения обработки выполнялся контроль фазовых характеристик сигнала на основе одномерного моделирования и AVO-распределения, анализировались карты сейсмических атрибутов в различных окнах, формулировались выводы о влиянии процедуры обработки на амплитудно-частотные характеристики разреза, наличия или отсутствия следов поверхностных условий на картах атрибутов, рассчитывались кроссплоты время-глубина для опорных горизонтов, с помощью скважинных данных строились карты невязок для ОГ. Особо пристальное внимание в процессе ИСО уделялось анализу данных, попадающих в «зоны риска» и их корреля-

▼ Рис. 5. Фрагмент временного разреза на разных стадиях обработки.





▲ Рис. 6. Карта RMS амплитуд в интервале пласта Ю1 с нанесенными «зонами риска».



▲ Рис. 7. RGB смешивание частот 25-35-45 Гц, интервал. ция с остальной частью площади.

Обозначенное на начальном этапе интенсивное влияние поверхностных условий фактически полностью отсутствует на финальных данных. Отмеченные риски в основном удалось устранить полностью и лишь некоторые минимизировать (рисунки 4, 5). В пойме р. Обь, где пропуски сейсмических наблюдений составляли более 2км, удалось частично, в рамках целевого интервала, уменьшить пропуск.

На этапе последующей интерпретации в целевом интервале было отмечено присутствие остаточных следов в пойме р. Обь и части зоны техногена. В других эксклюзив-

ных зонах следы поверхностных условий отсутствуют.

На картах среднеквадратичных амплитуд и на карте RGB в интервале пласта Ю1 одинаковым образом прослеживались следы палеорусел как в обозначенных эксклюзивных зонах, так и в остальной части площади (рисунки 6, 7).

Удалось выровнять амплитудные и частотные характеристики в зонах пропусков, размер которых не превышал 1300м.

Таким образом, ограничений для структурной и динамической интерпретации по итогу реализации комбинированного подхода, заключающегося в выработке критериев оценки качества материалов, определения «зон рисков» по совокупности факторов, проработки необходимого графа обработки с учетом принятых в работу материалов плохого качества и соответствующим контролем посредством ИСО, практически не было. В рамках проекта была выполнена акустическая и синхронная инверсия, сейсмофациальный анализ. По результатам работ созданы

сейсмогеологические модели продуктивных пластов, уточнена геометрия залежей и оценены запасы.

В течение проекта специалистами были даны рекомендации на бурение 3 разведочных скважин. По первым двум, расположенным на территории первого сезона отстрела, на данный момент получены фактические результаты.

Расхождение в прогнозных и фактических значениях глубин пласта (в данном примере речь идет о пласте Ю1-1) находится в пределах рассчитанной оценки точности. Восстановление истинного положения геологических границ, что было основной задачей кинематической обработки данных, выполнено корректно.

Так же все использованные методы и инструменты обработки позволили получить динамическую картину с последующим прогнозом эффективных толщин, которые в целом подтверждаются бурением. В скважине 1 расхождение составляет всего 4м, в скважине 2 – менее полуметра.

Заключение

Выполненная работа показала, что реализация данного подхода, включающего проведение сейсмических съемок с использованием различных источников возбуждения сейсмического сигнала и регистрирующих систем для уплотнения сети наблюдения в условиях сложной инфраструктуры и поверхностных условий в комбинации с детальной проработкой методов к анализу качества материалов и графов обработки является оптимальной для получения геологических результатов, соответствующих требованиям, выдвигаемым для обоснования оптимальных точек под бурение поисковых и разведочных скважин (прогнозирование структурного плана и свойств коллекторов) и рекомендуется для применения в различных сейсмогеологических условиях.

Подробнее об авторах



Калинин
Алексей Юрьевич

главный геофизик
ЗАО «МиМГО»,
кандидат технических наук



Багрова
Ирина Александровна

руководитель группы
интерпретационного
сопровождения
обработки ЗАО «МиМГО»



Гаврилов
Сергей Сергеевич

директор
ЗАО «МиМГО»,
кандидат геолого-
минералогических наук



Ревяко
Александр Валерьевич

заместитель директора
по геологии и геофизике
ЗАО «МиМГО»



Сариева
Марина Файзуловна

ведущий специалист
сектора интерпретации
сейсмических данных
ЗАО «МиМГО»



Волохов
Роман Дмитриевич

руководитель проекта
по формированию
бизнес-кейсов
ОАО «Славнефть-
Мегионнефтегаз»