

Результаты работ по обработке и интерпретации сейсморазведки 3D-3C в районе скважины Камовская -1

В.А. Пухарев, А.А. Беженцев, Ю.Г. Ухалов, ООО «Геология резервуара», В.А. Детков, ОАО «Енисейгеофизика»
В.Г. Худорожков, А.А. Дека, ООО «Красноярскгаздобыча»

В последнее время повышенный интерес представляет практическое использование многоволновой сейсморазведки в сложнопостроенных районах. В данной статье рассматриваются результаты интерпретации трехкомпонентных исследований в районе скважины Камовская-1 в пределах Оморинского лицензионного участка Красноярского края.

Полевые работы по объекту проводились ОАО «Енисейгеофизика» с применением регистрирующей аппаратуры SERCEL-408 UL и трехкомпонентными датчиками DSU-3. В качестве источника возбуждения использовались электромагнитные импульсные источники «Енисей СЭМ-100», серийно выпускаемых ОАО «Енисейгеофизика». Обработка и интерпретация полученных материалов 3D-3C были проведены в ООО «Геология резервуара» в городе Тюмени.

Основными нефтегазоносными комплексами в районе работ являются рифейские и вендские отложения. Тип ловушек УВ самый разнообразный: структурного и неструктурного типов.

Скважина Камовская-1 расположена в центре площади исследований (Рис.1). В скважине проведено трехкомпонентное ВСП, а также акустический, нейтронный и боковой каротажи по всему стволу до 2426,2 м, и детальные каротажные исследования в целевом интервале от 2057,4 м до 2426,2 м.

В результате проведенной обработки был получен временные и глубинные кубы сейсмической записи по Z и X компонентам в интервале от 0 до 4,0 с (Рис. 3).

Непосредственно в скважине 1 были проведены трехкомпонентные исследования СК и ВСП, которые позволили получить скорости для продольных, поперечных и обменных волн. Для сейсмогеологической привязки использовались вертикальные годографы PP и PS волн (Рис. 2). Помимо традиционной привязки по отраженным продольным волнам была выполнена стратиграфическая привязка по отраженным обменным волнам типа PS.

Была выполнена привязка сейсмических данных к геологическому разрезу. Исходными данными для построения синтетических сейсмограмм являются кривые изменения скорости и плотности пород в разрезе по данным каротажа.

Комплексное использование данных сейсморазведки 3D-3C и скважинных данных, в том числе трехкомпонентного ВСП, позволило довольно точно осуществить привязку сейсмических отражений к геологическим границам, в целевом интервале по продольным и обменным волнам. Затем осуществлялась корреляция

основных отражающих горизонтов в рифейских, вендских и кембрийских отложениях по продольным и поперечным волнам.

Следует отметить, что идентификация даже устойчивых отражений по Z и X компонентам практически невозможна без скважинной информации. Этот факт наглядно демонстрируют разрезы амплитудных и фазовых характеристик в районе скважины (Рис. 6-7). Разрезы X-компоненты гораздо сложнее для корреляции и виду не выраженности и не выдержанности по амплитуде и частоте отдельных отражений.

Аналогичная картина отмечается по разрезам импедансов для Z и X компонентам.

Учитывая вышесказанное, можно еще раз подчеркнуть, что выделение и прослеживание ОВ по X компоненте находится в жесткой зависимости от результатов привязки и данных скоростей.

По прослеженным горизонтам R, B, V1 и V2 рассчитывались амплитуды, частоты, фазовые характеристики, импедансы в окне 50 мс. В результате были построены карты амплитуд, фазовой характеристики и импедансов для анализа и сравнения по Z и X компонентам, чтобы оценить преимущества трехкомпонентных сейсмических наблюдений.

Анализируя и сравнивая результаты по Z и X компонентам по картам изохрон для всех прослеженных горизонтов можно отметить, что диапазон изменения времен и детальность карт, построенных по разрезам X-компоненты, выше. Они имеют более детальный или дифференцированный вид относительно карт, полученных по Z-компоненте (Рис. 8-9).

Например, в продуктивном интервале V2 R (Рис. 9), диапазон изменения временных толщин от 15 до 25 мс по Z-компоненте, тогда как по X-компоненте — от 15 мс до 36 мс. Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение трехкомпонентных наблюдений позволяет картировать маломощные объекты, а также повышает детальность карт и точность структурных построений. Полученная аномалия на карте соотношения временных интервалов Z- и X-компонент для целевого интервала характеризует положение залежи УВ.

Была выполнена петрофизическая интерпретация по скважине Камовская-1 и расчет скоростных параметров по методам Shears и Biot-Gassman. Для анализа использовались следующие каротажные кривые ГИС: Aki, DS-inch, GGKP, GK, NGK, RPO. Расчет глинистости проводился по методу Акустического Плотностного кроссплота, расчет пористости по методу Плотностного-Нейтронного кроссплота, расчет водонасыщенности по методу Dual Water. Полученные кривые использова-

Результаты работ по обработке и интерпретации сейсмозвездки 3D-3С в районе скважины Камовская -1

В.А. Пухарев, А.А. Беженцев, Ю.Г. Ухалов, ООО «Геология резервуара», В.А. Детков, ОАО «Енисейгеофизика»,
В.Г. Худорожков, А.А. Дека, ООО «Красноярскгаздобыча»

В последнее время повышенный интерес представляет практическое использование многоводной сейсмозвездки в сложнопостроенных районах. В данной статье рассматриваются результаты интерпретации трехкомпонентных исследований в районе скважины Камовская -1 в пределах Оморинского лицензионного участка Красноярского края.

Полевые работы по объекту проводились ОАО «Енисейгеофизика» с применением регистрирующей аппаратуры SLRCEL-408 UL и трехкомпонентными датчиками DSU-3. В качестве источника возбуждения использовались электромагнитные импульсные источники «Енисей СЭМ-100», серийно выпускаемых ОАО «Енисейгеофизика». Обработка и интерпретация полученных материалов 3D-3С были проведены в ООО «Геология резервуара» в городе Тюмени.

Основными нефтегазоносными комплексами в районе работ являются рифейские и вендские отложения. Тип ловушек УВ самый разнообразный: структурного и неструктурного типов.

Скважина Камовская-1 расположена в центре площади исследований (Рис.1). В скважине проведено трехкомпонентное ВСП, а также акустический, нейтронный и боковой каротажи по всему стволу до 2426,2 м, и детальные каротажные исследования в целевом интервале от 2057,4 м до 2426,2 м.

В результате проведенной обработки был получен временные и глубинные кубы сейсмической записи по Z и X компонентам в интервале от 0 до 4,0 с (Рис. 3).

Непосредственно в скважине 1 были проведены трехкомпонентные исследования СК и ВСП, которые позволили получить скорости для продольных, поперечных и обменных волн. Для сейсмогеологической привязки использовались вертикальные годографы PP и PS волн (Рис. 2). Помимо традиционной привязки по отраженным продольным волнам была выполнена стратиграфическая привязка по отраженным обменным волнам типа PS.

Была выполнена привязка сейсмических данных к геологическому разрезу. Исходными данными для построения синтетических сейсмограмм являются кривые изменения скорости и плотности пород в разрезе по данным каротажа.

Комплексное использование данных сейсмозвездки 3D-3С и скважинных данных, в том числе трехкомпонентного ВСП, позволило довольно точно осуществить привязку сейсмических отражений к геологическим границам, в целевом интервале по продольным и обменным волнам. Затем осуществлялась корреляция

основных отражающих горизонтов в рифейских, вендских и кембрийских отложениях по продольным и поперечным волнам.

Следует отметить, что идентификация даже устойчивых отражений по Z и X компонентам практически невозможна без скважинной информации. Этот факт наглядно демонстрируют разрезы амплитудных и фазовых характеристик в районе скважины (Рис. 6-7). Разрезы X-компоненты гораздо сложнее для корреляции в виду не выраженности и не выдержанности по амплитуде и частоте отдельных отражений.

Аналогичная картина отмечается по разрезам импедансов для Z и X компонентам.

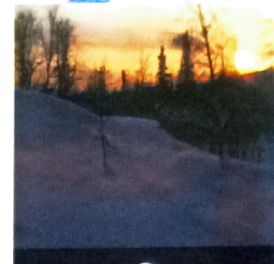
Учитывая вышесказанное, можно еще раз подчеркнуть, что выделение и прослеживание ОВ по X компоненте находится в жесткой зависимости от результатов привязки и данных скоростей.

По прослеженным горизонтам R, B, V1 и V2 рассчитывались амплитуды, частоты, фазовые характеристики, импедансы в окне 50 мс. В результате были построены карты амплитуд, фазовой характеристики и импедансов для анализа и сравнения по Z и X компонентам, чтобы оценить преимущества трехкомпонентных сейсмических наблюдений.

Анализируя и сравнивая результаты по Z и X-компонентам по картам изохрон для всех прослеженных горизонтов можно отметить, что диапазон изменения времен и детальность карт, построенных по разрезам X-компоненты, выше. Они имеют более детальный или дифференцированный вид относительно карт, полученных по Z-компоненте (Рис. 8-9).

Например, в продуктивном интервале V2-R (Рис. 9), диапазон изменения временных толщин от 15 до 25 мс по Z-компоненте, тогда как по X-компоненте — от 15мс до 36мс. Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение трехкомпонентных наблюдений позволяет картировать маломощные объекты, а также повышает детальность карт и точность структурных построений. Полученная аномалия на карте соотношения временных интервалов Z- и X-компонент для целевого интервала характеризует положение залежи УВ.

Была выполнена петрофизическая интерпретация по скважине Камовская-1 и расчет скоростных параметров по методам Shears и Biot-Gassman. Для анализа использовались следующие каротажные кривые ГИС: Aki, DS-inch, GGKP, GK, NGK, RPO. Расчет глинистости проводился по методу Акустического-Плотностного кроссплота, расчет пористости по методу Плотностного-Нейтронного кроссплота, расчет водонасыщенности по методу Dual Water. Полученные кривые использова-



ИМПУЛЬСНАЯ НЕВЗРЫВНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Изогипсы абсолютных отметок кровли предвендской эрозионной поверхности, м.
- Линии разломов.
- Выход на довендскую эрозионную поверхность отражающего горизонта R_1 .
- Границы лицензионных участков.
- Глубокие скважины (в числителе - аббревиатура и порядковый номер, в знаменателе - абсолютные отметки кровли предвендской эрозионной поверхности, м):
1 - находящаяся в бурении;
2 - рекомендуемые поисковые по результатам поисковых сейсморазведочных работ.

Сейсмические профили МОГТ (ПК в метрах)

- Оморинской с/п № 33/2006-2008.
- Оморинской с/п № 10/2006-2007.
- Оморинской с/п № 29/2005-2007.
- профили МВС Оморинской с/п № 29/2005-2007.
- Оморинской с/п № 10/2005-2006.
- архивные, используемые в интерпретации;
- прошлых лет.



Рис. 1. Схема геолого-геофизической изученности

лись в качестве входных данных для расчёта скоростных характеристик по методу Shears и Biot-Gassman.

Результатами анализа **Shears** являются рассчитанные V_s , отношение V_p/V_s , коэффициент Пуассона, коэффициент Бьета и реконструированные акустическая кривая и кривая плотности. Приложение **Анализ Бьет-Гассмана** используется для определения свойств флюидонасыщенной породы, исходя из свойств сухой, насыщенной воздухом породы, используя расчеты с замещением флюида. Выходными параметрами анализа Бьет-Гассмана являются V_p , V_s , рассчитанная плотность, коэффициент Пуассона и отношение V_p/V_s . Анализ кроссплота V_p - V_p/V_s на Рис.4 показывает, что имеется дифференциация по этим параметрам для нефтенасыщенных коллекторов, что также подтверждается на диаграмме каротажа. В первой дорожке на Рис.5 показана фациальная кривая по результатам кластерного анализа, в пятой дорожке – кривые V_p и V_p/V_s .

Уменьшение скорости продольных и поперечных волн в пористом интервале вызывает увеличение соотношения V_p/V_s . Резкое уменьшение кривой V_p/V_s внутри интервала нефтенасыщенности вызвано уменьшением скорости V_p , тогда как скорость поперечной волны остаётся постоянной.

По геологическому строению региона, разрез на исследуемой площади подразделяется на сеймостратиграфические комплексы:

1. К первому комплексу относятся кристаллические и метаморфические образования протерозоя и архея, которые не вскрыты скважиной Камовская-1.
2. Ко второму сеймостратиграфическому комплексу относятся отложения рифея. Эти отложения вскрыты скважиной Камовская-1 и расположенными на соседних площадях скважинами Выдрешевская-6 и Юрубченской-114. В рифейских отложениях перспективные

объекты на данных территориях связаны как с корой выветривания, так и с осадочными породами. Из рифея на соседних площадях были получены промышленные притоки газа и газо-конденсата. Выполнение сейсмической инверсии с получением кубов AVO-атрибутов, (R_0 -амплитуды на нулевом удалении, градиента, флюидного фактора) не представлялось возможным по объективным причинам, из-за малой длины годографа (1200 м). Для изучения целевого интервала венд-риффея, залегающего на глубине более 2000 метров, необходимой и достаточной длиной годографа при проведении

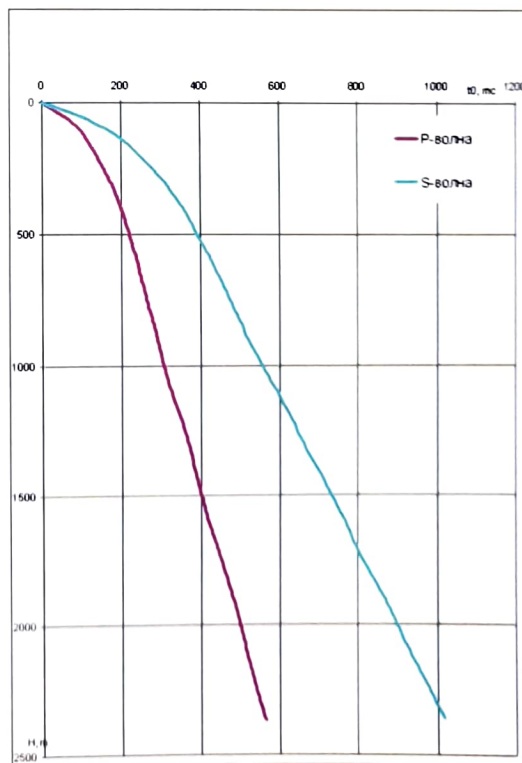


Рис. 2. Вертикальные годографы по продольной (P) и поперечной (S) волнам. Скважина Камовская-1

Z-компонента (PP-волны)

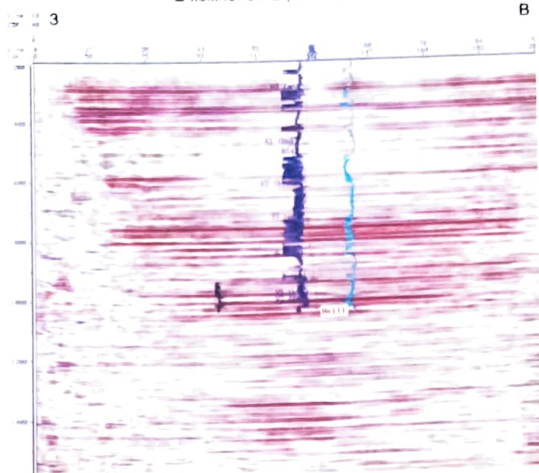


Рис. 3. Волновая картина. RandomLine 1

полевых работ является расстояние равное в 2-2.5 глубины

3. Третий комплекс – это вендские отложе-

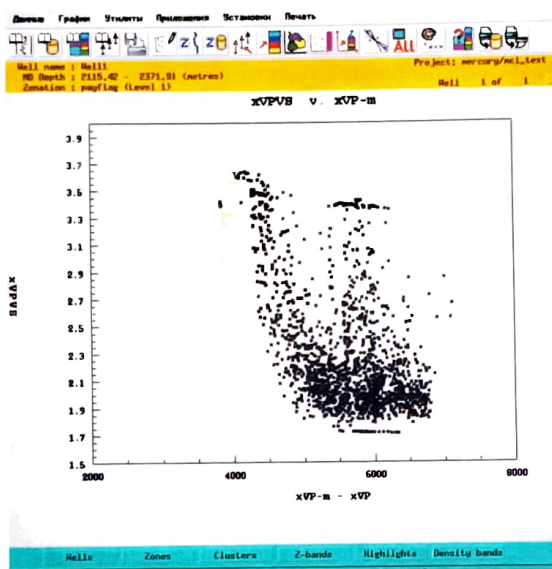


Рис. 4. Кроссплот Vp-Vp/Vs

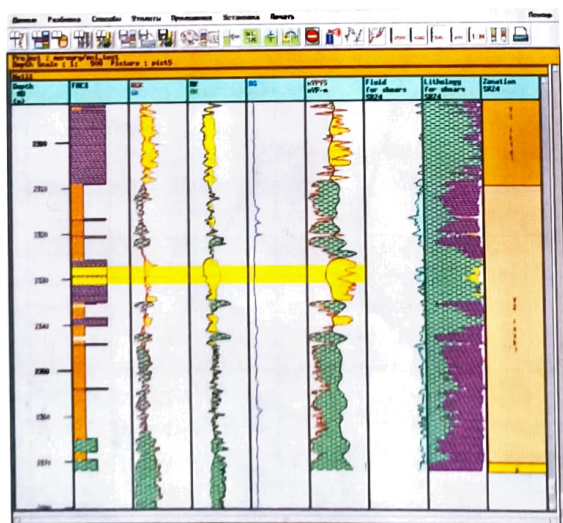
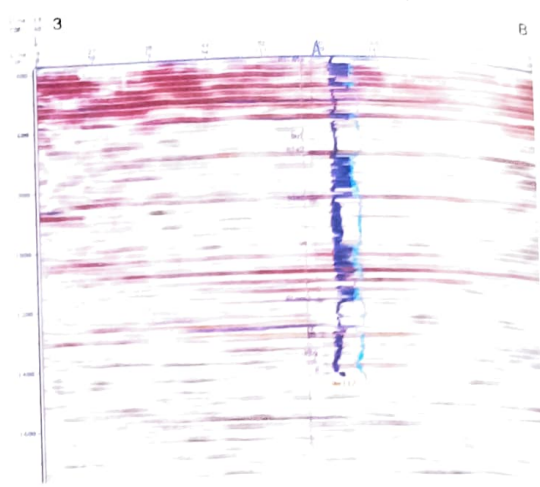


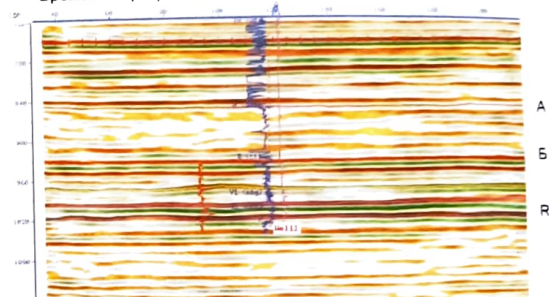
Рис. 5. Диаграмма каротажа с подсветкой кроссплота ния. По результатам испытаний скважины

X-компонента (PS-волны)

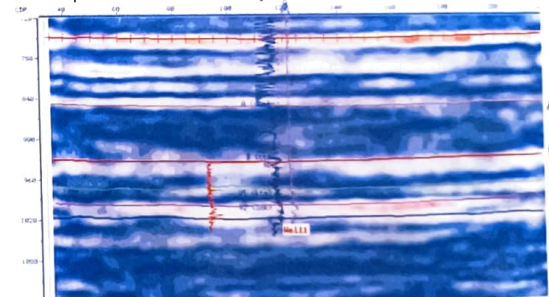


Камовская-1 на данном участке продуктивным пластом является пласт Б-VIII' (залегающий в кровле оскобинской свиты и относящийся по возрасту образования к венду), где на 6 мм штуцере был получен приток в 57,6 м³ нефти, на 10 мм штуцере более 100 м³. К кровле оскобинской свиты приурочен отражающий горизонт V₂. Оскобинская свита по возрасту образования относится к вендским отложениям. Несмотря на

Временной разрез InLine 60



Разрез мгновенных амплитуд



Разрез мгновенных фаз

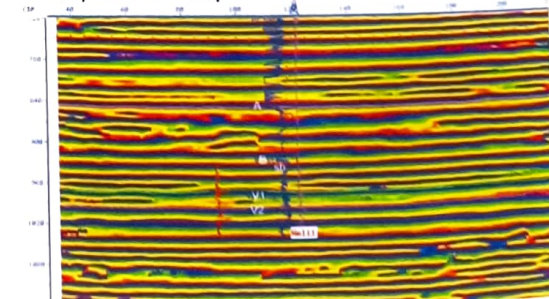


Рис. 6. Разрезы динамических характеристик в районе скв 1 (Z-компонента, тип волн PP)

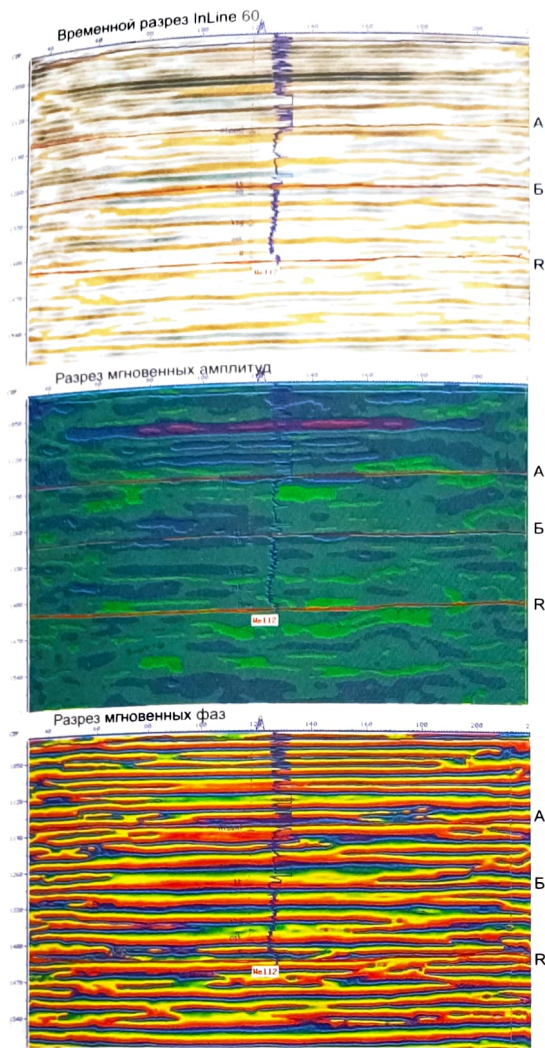


Рис. 7. Разрезы динамических характеристик в районе скв.1 (X-компонента, тип волн PS)

ны, выраженная в локальном увеличении временной мощности между отражающими горизонтами V_1 и V_2 . Эта скоростная аномалия может быть связана с наличием флюида. Этот объект также является перспективным с точки зрения поиска углеводородов. По разрезам и картам импедансов на отражающий горизонт V_2 в районе скважины, наблюдаются, выраженные аномалии в районе оскобинской свиты.

На глубинных разрезах по X и Z компоненте эта аномалия проявляется в виде объекта с аномальными динамическими характеристиками. Перспективный объект выделяется и на горизонтальных срезах временных кубов по X- и Z-компоненте (рис.10-11), причем зона распространения объекта упирается в границе участка 3D-3С. В результате комплексного анализа всех данных по вендским отложениям, можно предположить, что нефтеперспективный объект в вендских отложениях выходит за границы исследуемого участка. Для выделения площади распространения нефтеперспективной зоны и оконтуривание залежи, необходимо на данном участке ставить сейсмические работы 3D-3С значительные по площади – от 100 км² и более.

4. Четвертый сеймостратиграфический комплекс – отложения нижнего кембрия. Он относится к крупному циклу осадконакопления широко развитого на Сибирской платформе. В этом комплексе проведена корреляция отражающего горизонта Б, отождествляемого с кровлей тэтэрской свиты, и отражающего горизонта А, образующегося вблизи кровли осинского горизонта.

5. Пятый комплекс – это верхне- и средне-кембрийские отложения. Рассмотрение этого комплекса геологическим заданием не предусматривалось.

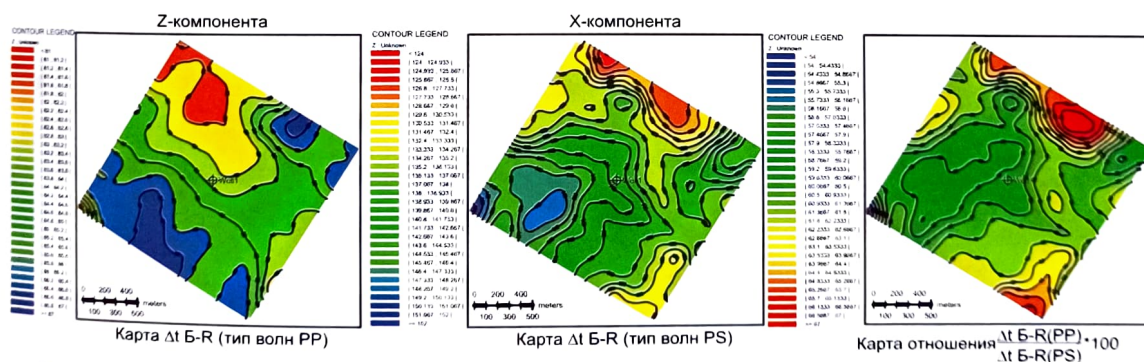


Рис. 8. Карты временных интервалов между ОБ B-R и их соотношение

то, что основным объектом в данном регионе являются пласты, относящиеся к рифейскому возрасту, вендские отложения достаточно перспективны на поиск углеводородов, особенно в зонах выклинивания по борту Камовского свода, где возможны залежи углеводородов неструктурного типа. С учетом испытания скважины Камовская-1, можно говорить о том, что вендские отложения очень перспективны и на данном участке и являются поисковым объектом.

Кроме того, выделяется сейсмическая особенность волновой картины вблизи скважи-

В заключении хотелось бы отметить, что, несмотря на ограниченность площади, где проведены сейсмические исследования 3D-3С, а также наличие всего одной скважины – получены положительные результаты. Проведена обработка материалов 3D-3С, выполнена увязка разреза по всем типам волн и скважинным данным. Выделен перспективный объект в вендских отложениях. Результаты, полученные в данной работе, показывают, что применение технологии 3D-3С является мощным сейсмическим инструментом для изучения геологического строения и поиска углеводородов.

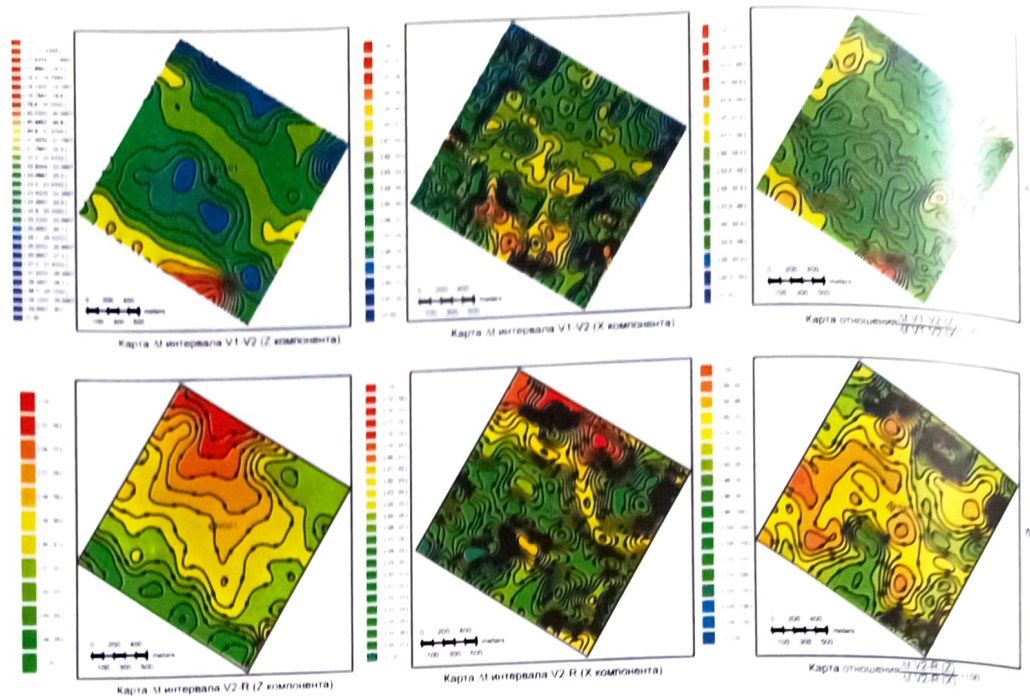


Рис. 9. Карты временных мощностей между ОБ: а) V1-V2 б) V2-R и их соотношение

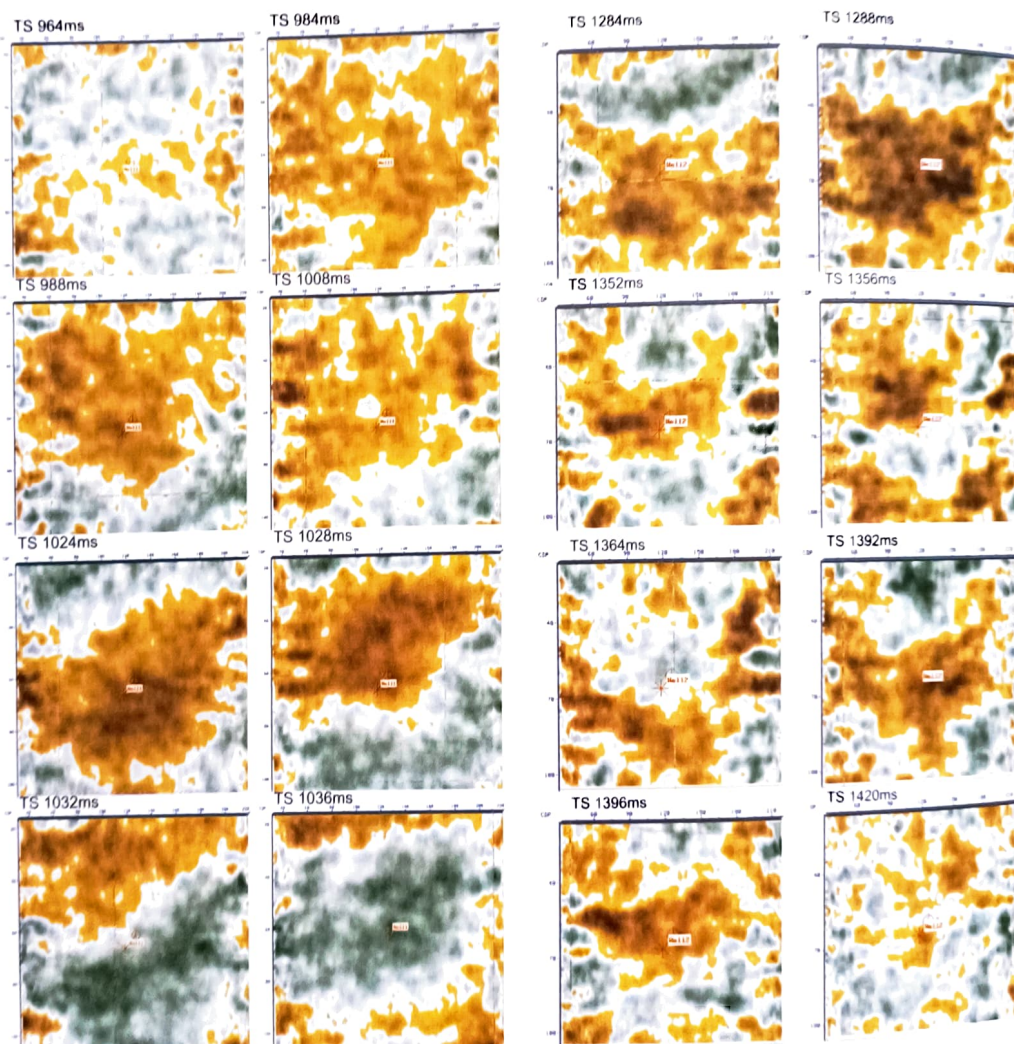


Рис. 10. Горизонтальные срезы Z-компонента

Рис. 11. Горизонтальные срезы X-компонента