

Картирование перспективных зон в отложениях баженовской свиты с учетом акустической инверсии на примере одного из участков в Западной Сибири

Хлебников Д.С., Хлебников М.С.

Филиал ООО «РН-Гир» в городе Уфе — БашНИПИнефть, Уфа, Россия
khlebnikovds1@rn-gir.rosneft.ru

Аннотация

Проблема картирования перспективных зон в отложениях бажена, рассмотренная на примере одного из участков сейсморазведочных работ МОГТ-3D в Западной Сибири, в первую очередь связана с недостаточной изученностью представленных отложений, недостаточным количеством данных по скважинам: испытаний, опробований и т.п., а также с неполным охватом исследуемого интервала керновым материалом, петрофизических исследований данной толщи отложений. Поэтому необходимо более детально изучать сейсмические данные, в том числе с проведением акустической детерминистической инверсии. В данной работе подробно описаны основные критерии для картирования вероятных перспективных зон в отложениях бажена на рассмотренном участке. Выполнен структурный анализ, проведен расчет сейсмических атрибутов и акустическая детерминистическая инверсия. Выделены наиболее перспективные области в отложениях баженовской свиты.

Материалы и методы

Проблема картирования перспективных зон в отложениях бажена, рассмотренная на примере одного из участков сейсморазведочных работ МОГТ-3D в Западной Сибири. Проведен структурный анализ, проведена интерпретация (кинематики) разломов, расчет

акустическая детерминистическая инверсия, расчет сейсмических атрибутов.

Ключевые слова

акустическая инверсия, отложения баженовской свиты, атрибутный анализ, разрывные нарушения, Западная Сибирь

Для цитирования

Хлебников Д.С., Хлебников М.С. Картирование перспективных зон в отложениях баженовской свиты с учетом акустической инверсии на примере одного из участков в Западной Сибири // Экспозиция Нефть Газ. 2026. № 5. С. 26–30. DOI: 10.24412/2076-6785-2026-5-26-30

Поступила в редакцию: 25.08.2026

GEOLOGY

550.3 | Original Paper

Mapping of prospective zones in the bazhenov formation sediments taking into account acoustic inversion using the example of one of the sites in Western Siberia

Khlebnikov D.S., Khlebnikov M.S.

Branch of "RN-GIR" LLC in the city of Ufa – BashNIPIneft, Ufa, Russia
khlebnikovds1@rn-gir.rosneft.ru

Abstract

The problem of mapping promising zones in the deposits of the Bazhenov Formation using the example of a 3D seismic exploration site in Western Siberia is primarily associated with insufficient study of the presented deposits, the presence of an insufficient amount of well data: tests, assays, etc. As well as insufficient availability of core material, petrophysical studies of this sedimentary strata. Therefore, a more detailed study of seismic data is necessary, including the use of acoustic deterministic inversion. This paper describes in detail the main criteria for mapping promising zones in Bazhenov sediments. A structural analysis was performed, seismic attributes were calculated, and acoustic deterministic inversion was performed. The most promising areas in the Bazhenov Formation deposits were identified.

Materials and methods

Structural analysis, interpretation (kinematics) of faults, acoustic deterministic inversion calculation, and seismic attributes calculation were carried out.

Keywords

acoustic inversion, deposits of the Bazhenov Formation, attribute analysis, faults, Western Siberia

For citation

Khlebnikov D.S., Khlebnikov M.S. Mapping of prospective zones in the bazhenov formation sediments taking into account acoustic inversion using the example of one of the sites in Western Siberia. Exposition Oil Gas, 2026, issue 5, P. 26–30. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2026-5-26-30

Received: 25.08.2026

Введение

В представленной работе анализируются отложения баженовской свиты и их продуктивность. Продуктивность баженовской свиты связана с тремя типами пород: тонколистоватыми трещиноватыми кремнисто-глинистыми отложениями, кавернозно-трещиноватыми карбонатными разностями и песчаными линзами в составе глинистой толщи («аномальные разрезы»).

В данном случае по скважинным данным продуктивные толщи баженовской свиты представлены следующими породами: переслаиванием радиоларита кальцитового темно-серого с крючками онихит, ихтиодетритом с глинисто-карбонатно-кремнистой породой; непродуктивная часть представлена кремнисто-глинистой породой темно-коричневой

с редкими прослоями глинисто-кремнистой породы с вкраплениями и стяжениями пирита, с онихитами, с редкими рострами белемнитов.

Аномальные разрезы баженовской свиты изучались многими видными исследователями. Этой важной, сложной и интересной теме посвятили свои работы В.С. Бочкарев, Ф.Г. Гурари, О.Г. Зарипов, В.А. Корнев, Г.С. Кузнецов, О.М. Мкртчян, Г.П. Мясников, А.А. Нежданов и др. [1, 2].

Согласно представлениям А.А. Нежданова [3]: по данным сейсморазведки МОГТ-3D О.М. Горским и А.С. Перегозиным (ООО «Газпром геологоразведка») на Северо-Тамбейском и Вынгапурском месторождениях (ЯНАО) закартированы небольшие и округлые в плане (первые км²) структуры,

на которых баженовская свита сорвана и залегает в качестве отдельного блока в вышележащих ачимовских отложениях. Его наличие, вероятно, свидетельствует о сильных вторичных изменениях пород под действием глубинной дегазации Земли. Подобная картина сейсмической записи наблюдается и южнее — на Кустовой и Западно-Котухтинской площадях.

О.М. Мкртчян [4], основываясь на интерпретации данных бурения и сейсморазведки, показывает зоны АР (аномальный разрез) не как «вздернутые» вверх блоки, а как односторонние клиновидные тела, раскрывающиеся и переходящие в ачимовские клиноформы в восточном направлении и выклинивающиеся до толщины обычной баженовской пачки в западном. На основе

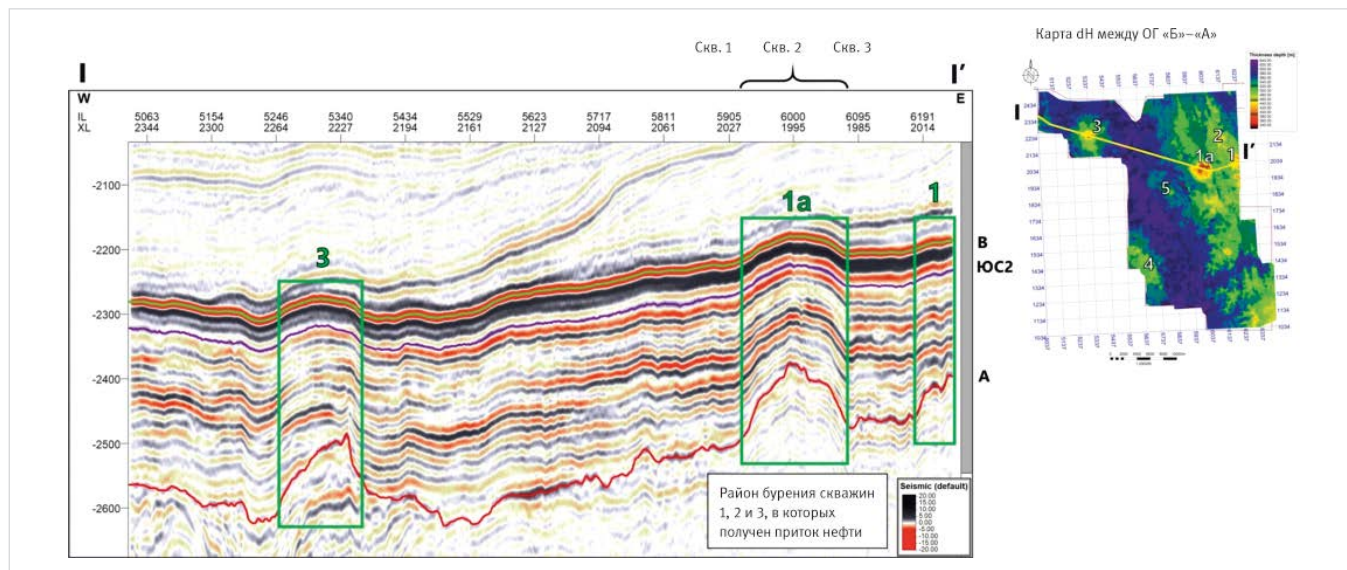


Рис. 1. Временной разрез по амплитудному кубу
Fig. 1. Time section through the amplitude cube

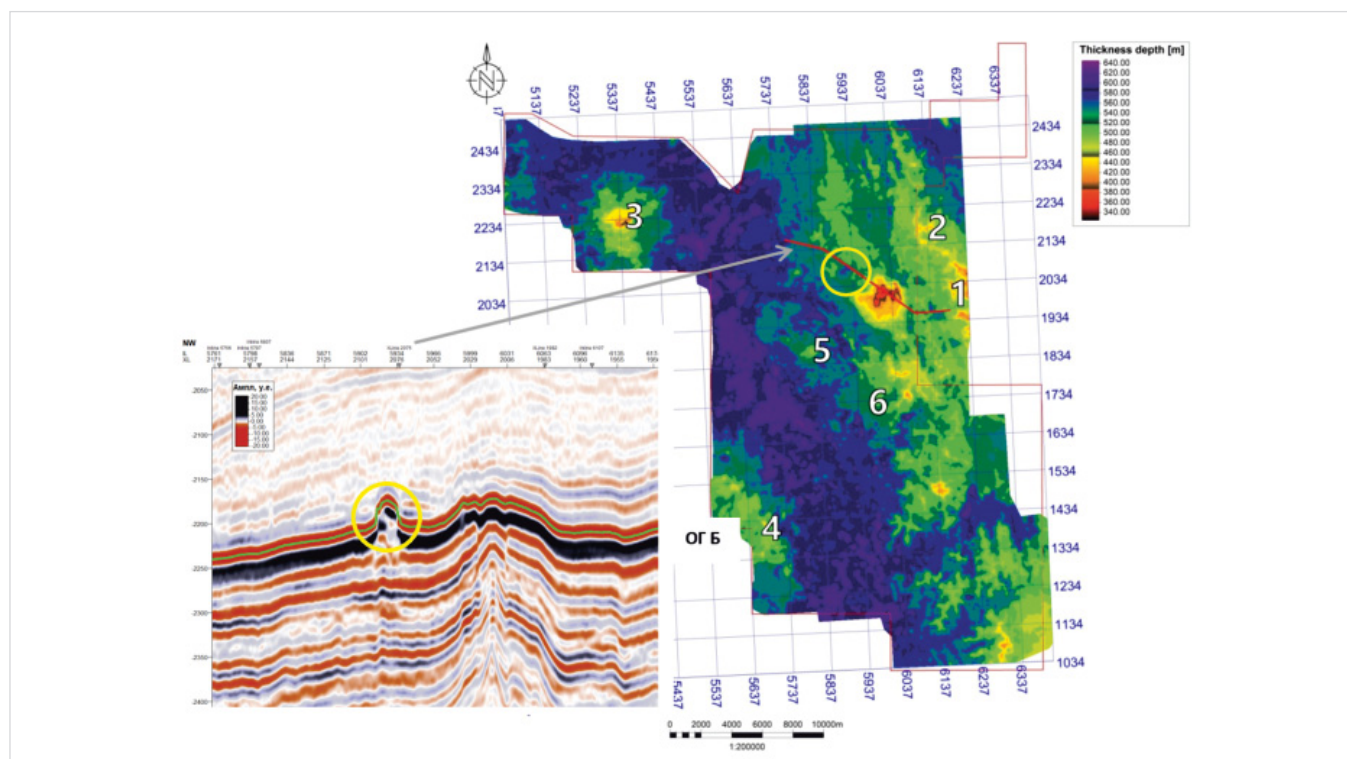


Рис. 2. Карта изопакит между ОГ «Б»-«А»
Fig. 2. Isopach map between seismic horizons "B"-"A"

проведенного анализа О.М. Мкртчян выдвинул гипотезу о клиноформном залегании баженовских отложений в зонах АР [2].

Картирование перспективных зон на участке работ МОГТ-3Д

Для выделения перспективных зон в отложениях баженовской свиты была выполнена детальная интерпретация сейсмических данных, в которую вошли: анализ волнового поля, анализ структурных карт по отражающим горизонтам (ОГ) Б и А, изучение тектоники данного района, анализ результатов расчета акустической инверсии, а также атрибутный анализ.

Одним из основных критериев для картирования перспективных зон стал анализ волнового поля в районе продуктивных и непродуктивных скважин (рис. 1):

1. Сейсмическая (волновая) характеристика разреза в районе продуктивных скважин. К кровле доюрского основания приурочен высокоамплитудный ОГ А, ниже границы выделяются зоны высокоамплитудной хаотической записи. Также в интервале между ОГ Б и А наблюдается затухание амплитуд, теряется устойчивость формы волнового сигнала в районе продуктивных скважин [5]. Скважины, попадающие в такую зону (1а), — продуктивные (скважины 1, 2, 3). В результате проведенного анализа выявлены следующие закономерности: распространение перспективных зон (1 и 3) связано с наличием выступов фундамента и характерного рисунка сейсмической записи.
2. Сейсмическая (волновая) характеристика разреза в районе непродуктивных скважин. Волновая картина в непродуктивной части разреза в интервале баженовской свиты представлена относительно однородной по амплитудно-частотной характеристике и более выдержанной по латерали записью. Пробуренные в данной зоне скважины 4 и 5 в данной зоне оказались непродуктивными.

Результаты испытания скважин свидетельствуют, что выявленные перспективные зоны приурочены к отдельным тектоническим блокам доюрского основания, связанные с горами в фундаменте.

В дополнение к вышеописанному критерию можно отнести структурный фактор, основанный на близости фундамента к ОГ Б (бажен). Была построена карта изопакит (dN) между ОГ «Б»–«А», как разница между структурными картами бажена и фундамента. На представленной карте dN между ОГ «Б»–«А» (рис. 2) можно выделить наиболее минимальные по значению толщины (перспективные) области (1, 2, 3, 4, 5 и 6), связанные с выступами фундамента. Также на временном разрезе можно наблюдать область, связанную с аномальным разрезом бажена (желтая окружность). Особенно выделяется северо-западная часть, где произошло резкое поднятие отложений бажена, увеличение общей толщины и нарушение прослеживаемости осей синфазности в волновом поле.

Далее была проведена интерпретация (кинематики) разломов в интервале между фундаментом и баженовской свитой (3 критерий). Для этого анализировались временные разрезы не только через перспективные зоны, но и в целом по площади сейсморазведочных работ. Также был выполнен атрибутный анализ, наиболее информативным для трассирования разрывных нарушений оказался атрибут «Variance». Атрибут «Variance» используется для выделения разрывов сплошности горизонтальной непрерывности амплитуд. В районе скважин 1, 2 и 3, разломы имеют сбросовую тектонику [6]. В данной области на отложения в интервале между ОГ «Б»–«ЮС2» воздействовали силы сжатия, которые привели к формированию большого количества разломов, трещин и предположительно к образованию аномально высокого пластового давления. Что в свою очередь, привело к благоприятным условиям накопления углеводородов.

Возможно, аналогичная область имеется на северо-западе участка, но на временных разрезах в явном виде разломы не выделяются.

Четвертым критерием для картирования перспективных зон бажена стали результаты выполнения акустической детерминистической инверсии для представленных отложений.

В пределах исследуемого участка работ была выполнена акустическая инверсия. Фактическим материалом для выполнения акустической инверсии были сейсмический временной куб и данные акустического и плотностного каротажей по 69 скважинам. По этим скважинам была выполнена сейсмостратиграфическая привязка отражений с осредненным статистическим импульсом в интервале, включающем юрские отложения и интервал доюрского основания. Средний коэффициент взаимной корреляции фактических и синтетических сейсмотрасс по скважинам составил 0,9.

Априорная модель опирается на значения Р-импеданса в данных скважинах и структурный каркас по горизонтам: «Б», «Ю2», «А». Построение модели проводилось путем трехмерной интерполяции данных акустического импеданса, полученного по скважинным данным, с использованием метода Inverse Distance Power. При создании низкочастотной модели применен фильтр низких частот 10/15 Гц. Изменение значений импеданса внутри слоев стратиграфического каркаса по площади участка не превышает 580 г/см³·м/с.

В результате проведенной инверсии был получен куб акустического импеданса, который использовался для картирования перспективных зон бажена. Было рассчитано 20 пропорциональных слайсов по кубу акустического импеданса в интервале между ОГ «Б» и «ЮС2». На рисунке 4 представлены результаты акустической инверсии: на карте акустического импеданса (слайс 5) и на вертикальном разрезе по кубу акустического импеданса можно наблюдать следующее: по мере

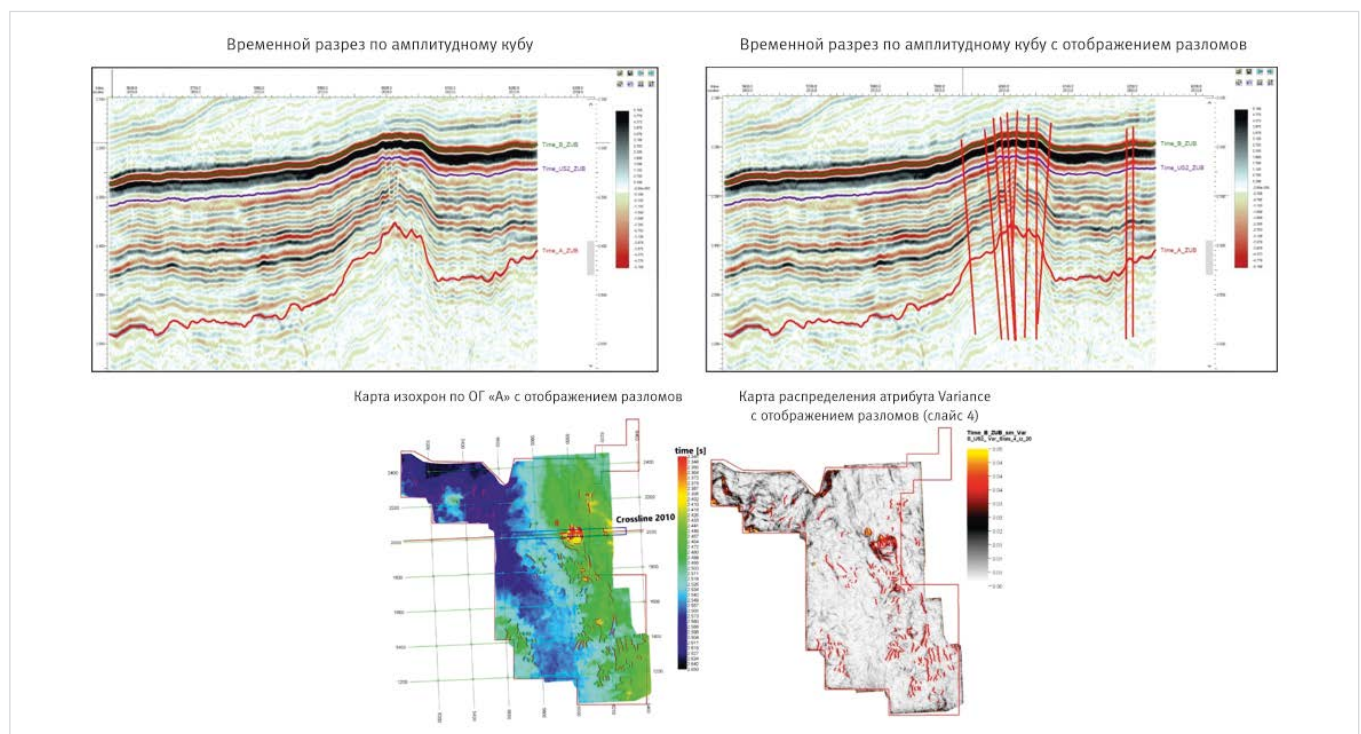


Рис. 3. Тектоника разрывных нарушений
Fig. 3. Fault tectonics.

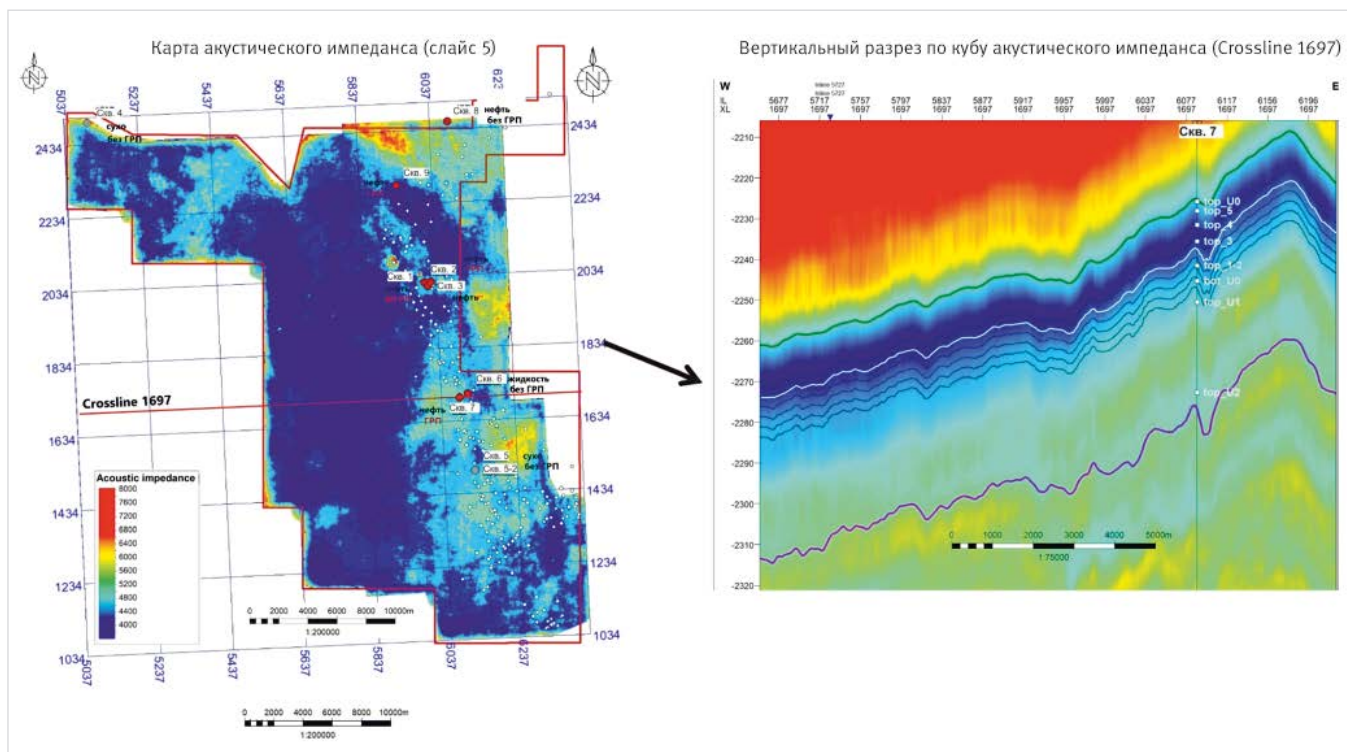


Рис. 4. Результаты акустической детерминистической инверсии
Fig. 4. Deterministic acoustic inversion results

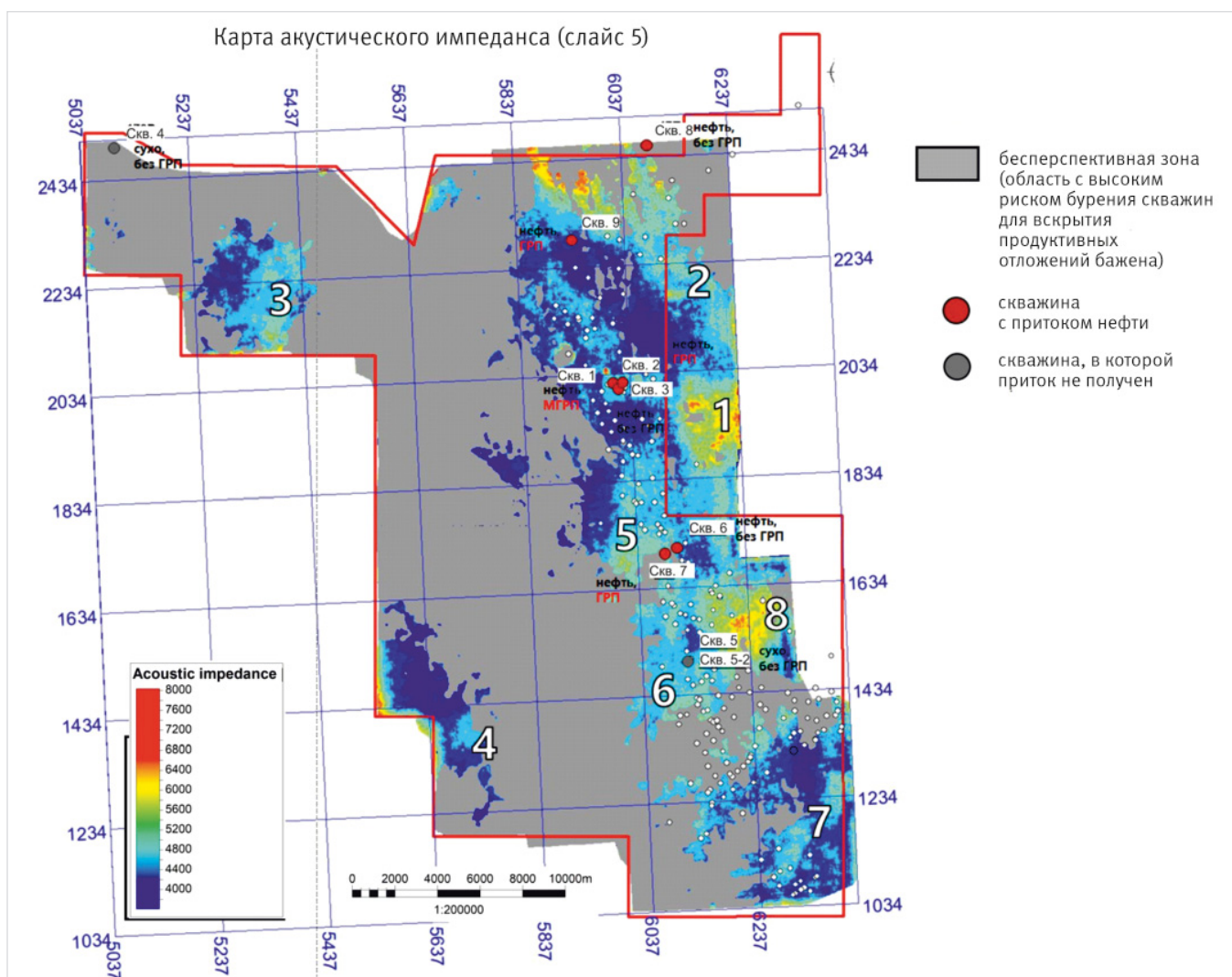


Рис. 5. Перспективные зоны в отложениях баженовской свиты
Fig. 5. Prospective zones within the Bazhenov Formation deposits.

приближения к отложениям пачки 1–2 и подошве отложений баженовской свиты области с повышенными значениями акустического импеданса (продуктивный интервал пачки 3) приобретают локальный линзовидный характер распространения. Остальную часть площади участка работ занимают относительно низкоскоростные (пониженные значения импеданса) отложения — которые сопоставляются с «условным» неколлектором.

Подводя итог, можно резюмировать, что при использовании всех 4-х критериев более детально закартированы вероятные перспективные зоны (рис. 5) в отложениях баженовской свиты для дальнейшего заложения поискового или эксплуатационного бурения. Было выделено 8 перспективных зон на данном участке, серым цветом показана бесперспективная область.

Итоги

В результате проведенных исследований для картирования перспективных зон в отложениях бажена на представленном участке СРР были выделены 4 основных критерия:

1. Сейсмическая характеристика волнового разреза (в интервале между ОГ Б и А наблюдается затухание амплитуд, теряется устойчивость формы волнового сигнала) в районе продуктивных скважин;
2. Структурный фактор, основанный на близости фундамента к ОГ Б;

3. Тектонический фактор, приуроченный к перспективным областям (в районе продуктивных скважин разломы имеют сбросовую кинематику);
4. Изменения акустического импеданса в интервале пачек баженовской свиты (повышенные значения АИ).

Выводы

Таким образом, на основании вышеизложенного можно отметить, что только при применении комплексного подхода с привлечением как сейсмических данных, в том числе акустической инверсии, так и скважинных данных (акустический и плотностной каротаж, керновый материал), возможно более детальное выделение вероятных перспективных зон в отложениях баженовской свиты для постановки поисково-оценочных работ и наращивания ресурсной базы углеводородов.

Литература

1. Яценко В.М., Гаврилова Е.В., Торопов К.В. и др. Способы локализации перспективных зон баженовской свиты // Нефтяное хозяйство. 2022. № 11. С. 84–86.
2. Гутман И.С. Комплексное обоснование тектонической природы аномальных разрезов верхнеюрской баженовской свиты и нижнемеловой ачимовской толщи Западной Сибири. Часть 1. Аномальные

разрезы верхнеюрской баженовской свиты и нижнемеловой ачимовской толщи // Актуальные проблемы нефти и газа. 2019. № 3. 27 с.

3. Нежданов А.А., Кулагина С.Ф., Корнев В.А., Хафизов Ф.З. Аномальные разрезы баженовской свиты: взгляд через полвека после обнаружения // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2017. № 6. С. 34–42.
4. Мкртчян О.М. Сейсмические комплексы доюрских и мезозойских отложений среднего Приобья. Депрессионный баженовский комплекс // Сейсмогеологический анализ нефтегазовых отложений Западной Сибири. М.: Наука, 1987. С. 58–72.
5. Бембель С.Р., Цепляева А.И. Геологическое строение и некоторые особенности формирования аномальных разрезов баженовской свиты в Западной Сибири // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2014. Т. 13. № 10. С. 7–17.
6. Колодяжный С.Ю., Полещук А.В., Зыков Д.С. Латентная тектоника среднерусского пояса деформаций Восточно-Европейской платформы // Геотектоника. 2021. № 4. С. 41–72.

ENGLISH

Results

As a result of the conducted studies, 4 main criteria were identified for mapping promising zones in the Bazhenov deposits in the presented area of the SRR:

1. Seismic characteristics of the wave section (in the interval between OG B and A, attenuation of amplitudes is observed, stability of the wave signal shape is lost) in the area of productive wells;
2. Structural factor based on the proximity of the basement to OG B;
3. Tectonic factor confined to promising areas (in the area of productive wells, faults have a “flower” structure, as well as a shear component);
4. Changes in acoustic impedance in the interval of the Bazhenov Formation members (reduced AI values).

References

1. Yatsenko V.M., Gavrilova E.V., Toropov K.V. et al. Method for localizing the Bazhenov formation promising zones. Oil Industry, 2022, issue 11, P. 84–86. (In Russ).
2. Gutman I.S. Comprehensive confirmation of tectonic nature of the anomalous sections of the Bazhenov formation and the Lower Cretaceous Achimov stratum of Western Siberia. Part 1. The anomalous sections of the Bazhenov formation and the Lower Cretaceous Achimov stratum of Western Siberia. Actual Problems of Oil and Gas, 2019, issue 3, 27 p. (In Russ).
3. Nezhdanov A.A., Kulagina S.F., Kornev V.A., Khafizov F.Z. Anomalous sections of bazhenov suite: a view through fifty years after discovery. Oil and Gas Studies, 2017, issue 6, P. 34–42. (In Russ).
4. Mkrtychyan O.M. Seismic complexes of pre-Jurassic and Mesozoic deposits of the middle Ob. Depression of the Bazhenov complex. Seismogeology of oil and gas deposits in Western Siberia. Moscow: Nauka, 1987, P. 58–72. (In Russ).
5. Bembel S.R., Tseplyaeva A.I. Geological

Conclusions

Thus, based on the above, it can be noted that only by using an integrated approach involving both seismic data, including acoustic inversion, and well data (acoustic and density logging, core material), is it possible to more thoroughly identify probable promising zones in the Bazhenov Formation deposits for the purpose of launching exploration and evaluation work and expanding the hydrocarbon resource base.

structure and some features of the formation of anomalous sections of the Bazhenov Formation in Western Siberia. Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining, 2014, Vol. 13, issue 10, P. 7–17. (In Russ).

6. Kolodyazhny S.Yu., Poleschuk A.V., Zikov D.S. Latent tectonics of the central Russian deformation belt of the East European platform. Geotectonics, 2021, issue 4, P. 41–72. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Хлебников Дмитрий Сергеевич, ведущий специалист, Филиал ООО «РН-ГИР» в городе Уфе — БашНИПИнефть, Уфа, Россия
Для контактов: khlebnikovds1@rn-gir.rosneft.ru

Хлебников Михаил Сергеевич, начальник отдела, Филиал ООО «РН-ГИР» в городе Уфе — БашНИПИнефть, Уфа, Россия

Khlebnikov Dmitry Sergeevich, leading specialist, Branch of “RN-GIR” LLC in the city of Ufa — BashNIPIneft, Ufa, Russia
Corresponding author: khlebnikovds1@rn-gir.rosneft.ru

Khlebnikov Mikhail Sergeevich, head of department, Branch of “RN-GIR” LLC in the city of Ufa — BashNIPIneft, Ufa, Russia