

УТОЧНЕНИЕ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ

© Никифоров Виталий Викторович,

© Шарафутдинов Айдар Рафисович,

© Шабрин Никита Владиславович,

© Чибисов Александр Вячеславович

Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация
Научный центр мирового уровня
«Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты»,
г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация. Полифациальные условия накопления юрско-нижнемеловых отложений представляют собой одну из ключевых характеристик геологического строения продуктивных толщ Западно-Сибирского осадочного бассейна. Эти условия приводят к сложной дифференциации фациальных тел с разнообразными фильтрационно-емкостными свойствами и мозаичным распределением пород по площади. Исследования направлены на детализацию литолого-фациальной модели исследуемой площади основываясь на анализе и комплексирование данных кернового материала, геофизических исследований скважин и результатов сейсморазведки. Стандартные исследования фациального строения с использованием скважинных данных обычно ограничены информацией, полученной из пробуренных участков. Это позволяет с определенной достоверно установить условия осадконакопления только в разбуренной части территории. При этом границы фациальных тел в межскважинном пространстве и для неразбуренной части месторождения зачастую интерполируются. Применение спектральной декомпозиции сигнала дает возможность с достаточной точностью определить геометрию песчаных тел, сформированных в определенных условиях осадконакопления. Для уточнения распространения границ фациальных тел в программном пакете tNavigator проведен атрибутный анализ сейсмических кубов амплитуд для продуктивного разреза на примере месторождения северо-восточной части Шаимского нефтегазоносного района Западно-Сибирской провинции. Метод основывается на разделении сигнала волнового поля на частотные компоненты, каждой из которых присваивается свой цветовой канал. Результатом применения алгоритма спектральной декомпозиции является куб суммирования трех частотных компонент, характеризующий преобладание определенного литотипа отложений. На основе проведенных исследований скорректированы границы фациальных тел на всем исследуемом участке, в том числе в неразбуренных областях, построена детальная литолого-фациальная модель месторождения, которая полностью соответствует общему развитию регионального осадочного бассейна. Результаты проведенной работы позволят более рационально подойти к вопросу освоения запасов нефти исследуемой площади на начальной стадии разработки, обосновать технологии воздействия и прогнозировать их эффективность.

Ключевые слова: Юрско-нижнемеловые отложения, литолого-фациальное строение, спектральная декомпозиция, тюменская свита, границы фациальных тел, атрибутный анализ.

UPDATE THE LITHOFACIES STRUCTURE BASED OF SPECTRAL DECOMPOSITION

© Nikiforov Vitaly Viktorovich,

© Sharafutdinov Aidar Rafisovich,

© Shabrin Nikita Vladislavovich,

© Chibisov Alexander Vyacheslavovich

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation
World level research centre «Rational exploration of hydrocarbons»,
Ufa, Russian Federation

Summary: The polyfacial conditions of accumulation of Jurassic-Lower Cretaceous sediments represent one of the key characteristics of the geological structure of the productive strata of the West Siberian sedimentary basin. These conditions lead to a complex differentiation of facies bodies with diverse filtration and capacitance properties and a mosaic distribution of rocks over an area. The research is aimed at detailing the lithological and facies model of the studied area based on the analysis and integration of core material data, geophysical well surveys and seismic survey results. Standard studies of the facies structure using borehole data are usually limited to information obtained from drilled sites. This makes it possible to reliably determine the conditions of sedimentation only in the drilled part of the territory. At the same time, the boundaries of facies bodies in the interwell space and for the non-drilled part of the deposit are often interpolated. The use of spectral decomposition of the signal makes it possible to determine with sufficient accuracy the geometry of sand bodies formed under certain sedimentation conditions. To clarify the distribution of the boundaries of facies bodies in the tNavigator software package, an attribute analysis of seismic amplitude cubes for a productive section was carried out using the example of a field in the northeastern part of the Shaimsky oil and gas region of the West Siberian province. The method is based on dividing the wavefield signal into frequency components, each of which is assigned its own color channel. The result of applying the spectral decomposition algorithm is a cube of summation of three frequency components, characterizing the predominance of a certain lithotype of deposits. Based on the conducted research, the boundaries of facies bodies were adjusted throughout the studied area, including in undeveloped areas, and a detailed lithological and facies model of the deposit was built, which fully corresponds to the overall development of the regional sedimentary basin. The results of the work carried out will allow a more rational approach to the issue of developing oil reserves of the studied area at the initial stage of development, substantiate impact technologies and predict their effectiveness.

Keywords: Jurassic-lower cretaceous formation, lithofacies structure, spectrographic decomposition, tyumen suite, boundaries of facies bodies, seismic attribute analysis.

Введение. В условиях постепенного истощения открытых и разрабатываемых месторождений нефти, в последнее время стал актуальным вопрос поиска ловушек неструктурного типа. Одним из перспективных направлений, является выделение литологически ограниченных ловушек, формирование которых связано с условиями седиментогенеза.

Стандартный литолого-фациальный анализ на основе скважинных данных (в первую очередь кернового материала, а также данных геофизических

исследований скважин) дает достаточно подробное представление о составе и условиях образования отложений, но лишь в небольшой прискважинной области. Для прослеживания выделенных фациальных обстановок, полученная информация интерполируется по площади. Применение такого метода представления строения залежей может недостоверно отражать геометрию сложных литологических тел. Одним из способов изучения неразбуренных областей продуктивных пластов является интерпретация данных сейсморазведочных работ.

Юрско-нижнемеловые отложения Западно-Сибирского палеобассейна характеризуются быстрой изменчивостью условий осадконакопления, сформированных в результате общей трансгрессии. Анизотропия фильтрационно-емкостных свойств (ФЭС) отложений приводит к неравномерной выработке запасов углеводородов. В условиях увеличения доли месторождений, находящихся на поздних стадиях разработки, понимание распределения фациальных тел продуктивных толщ позволяет установить причины формирования зон с повышенными значениями остаточных запасов.

На примере месторождения северо-восточной части Шамского нефтегазоносного района Западно-Сибирской провинции проведена реконструкция палеогеографических обстановок осадконакопления с применением атрибутивного анализа результатов сейсморазведочных работ. Геологическое строение продуктивного разреза характеризуется неравномерным распределением литологии, областями выклинивания и глинизации коллектора, а также осложнено системой разрывных нарушений. Высокая неоднородность обусловлена значительной фациальной изменчивостью отложений как по разрезу, так и по площади.

В продуктивном интервале можно выделить две крупные группы условий осадконакопления:

1. Нижняя часть разреза (пласты Ю₅₋₇) характеризуется континентальными фациальными обстановками с развитием песчаных тел палеорусел и глинистыми озерно-болотными отложениями. Большая часть исследуемой территории на данный период представлена денудационной равниной, откуда сносился материал и образовывал делювиально-пролювиальную обстановку осадконакопления. А также происходит постепенное перекрытие выхода фундамента склоновыми и пойменными осадками с увеличением доли отложений застойных и зарастающих стариц и озер.
2. Верхняя часть разреза (пласты Ю₂₋₄) представлена прибрежно-морскими обстановками, сформированными в условиях трансгрессии бассейна. В центральной и северной частях исследуемой территории отложения имеют континентальный генезис с русловыми, пойменными отложениями, осадками заливаемой прибрежной равнины и склоновыми отложениями. Увеличилась доля песчаного материала за счет образования пляжевых

отложений и вдольбереговых валов. Продолжающаяся трансгрессия моря привела к увеличению площади распространения морских обстановок осадконакопления.

На текущий момент месторождение находится в стадии активного разбуривания эксплуатационного фонда скважин. В таких условиях проведение литолого-фациального анализа осложняется ограниченностью доступных данных. Достоверные результаты исследований кернового материала и кривых ГИС возможно получить лишь на некоторых участках, где проведено бурение. Представление о строении нерабуренных частей территории можно сформировать исходя из интерполяции имеющихся данных, либо на основе интерпретации результатов сейсморазведочных работ. Применяя различные методы атрибутного анализа к сейсмическим кубам распределения волнового поля, возможно выделить дополнительные свойства отложений.

Одним из эффективных методов проведения литолого-фациального анализа является спектральная декомпозиция сигнала. В основе атрибута лежит методика разложения исходного сейсмического куба на частотные компоненты, каждой из которых присваивается свой цветовой канал (красный, зеленый или синий). Обычно наименьшей частоте присваивается красный канал, а наибольшей – синий, что связано с расположением данных цветов на оптическом спектре. Алгоритм удаляет вейвлет-отпечаток из исходных сейсмических данных. Затем с помощью RGB-смешивания трех спектральных компонент получается итоговый атрибут, который обычно анализируется по стратиграфическим или пропорциональным срезам между сейсмическими горизонтами.

С целью уточнения распространения границ фациальных тел, выделенных на основе анализа кернового материала и данных ГИС, в программном пакете tNavigator проведен атрибутный анализ сейсмических кубов амплитуд. Для правильного выбора частотных каналов оценен спектра волнового поля в интервале продуктивных пластов месторождения. В амплитудном спектре выделяются три пика частот с высокой амплитудой сигнала.

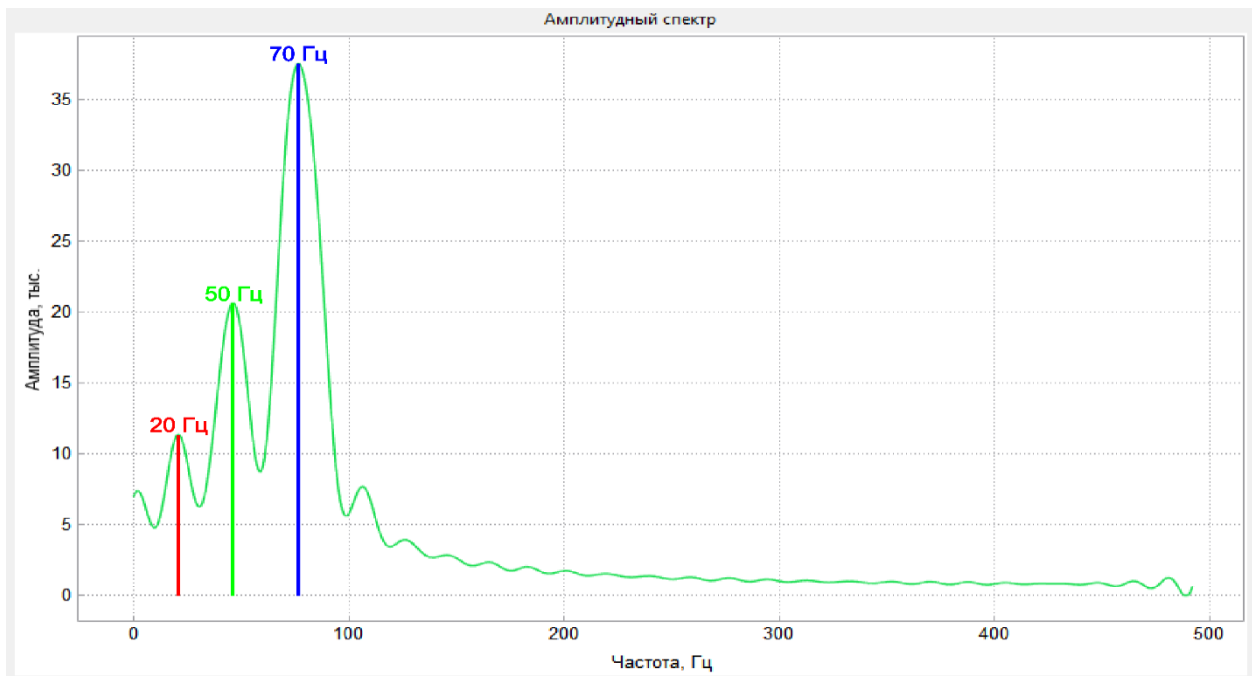


Рисунок 1 – Амплитудный спектр волнового поля месторождения в интервале продуктивных пластов

Исходя из полученных данных, красному каналу спектра была присвоена частота 20 Гц, зеленому – 50 Гц, синему – 70 Гц. Расчет атрибута спектральной декомпозиции проводился по алгоритму определения огибающей, в которой яркость цветовых каналов задавалась локальной амплитудой соответствующего комплексного сигнала. В качестве основы для вейвлет преобразования использована модель сигнала Риккера.

Полученный атрибутный куб сопоставлен с результатами анализа кернового материала и данных ГИС. Распределение спектров сигнала достоверно коррелируется с полученной ранее литолого-фациальной моделью исследуемой площади.

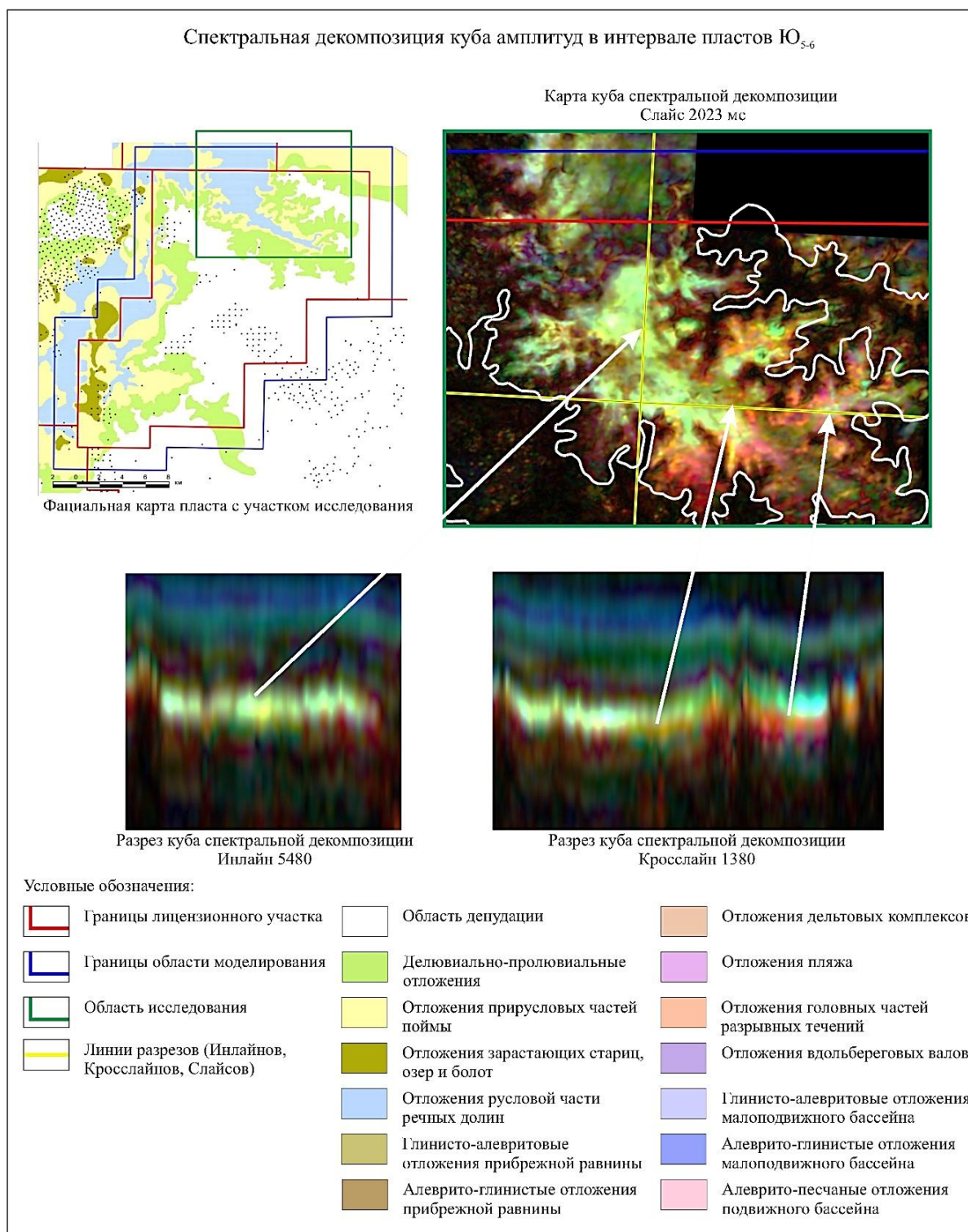


Рисунок 2 – Спектральная декомпозиция куба амплитуд в интервале пластов Ю₅₋₆

Заключение. Разрезы пластов Ю₅₋₇ представлены континентальными отложениями аллювиальных долин. Основными продуктивными песчанистыми

талами являются русловые каналы. В следствии отличия литологического состава от вмещающих пород, на полученном кубе спектральной декомпозиции, извилистые, шнуркообразные полосы палеорусел выделяются как участки с повышенными значениями частоты зеленого канала. Вмещающие отложения фундамента характеризуются понижением амплитуды частот и в кубе выражены как затемненные области. Делювиально-пролювиальные и пойменные отложения выражены областями с преобладанием красного канала.

На разрезах куба декомпозиции, выделенные русловые отложения представлены отдельными талами, в виде вреза в комплекс подстилающих отложений.

Интервал пластов Ю₅₋₆ характеризуется повышенными значениями амплитуд. Для корректного отображения спектров, создан отдельный куб, в котором произведено линейное уменьшение сигналов цветowych каналов. Вся область представлена врезающимися друг в друга меандрирующими речными каналами, что осложняет выделение отдельных русловых тел.

Осадконакопление интервала пласта Ю₄ характеризуется условиями прибрежной равнины. Отложения распределены относительно равномерно и принимают значения смещения зеленого и красного каналов. Выделяются отдельные области с преобладанием синего канала спектра. Условия осадконакопления в данных областях характеризуются как наиболее застойные. Остальные тала на основе данных декомпозиции выделить сложно.

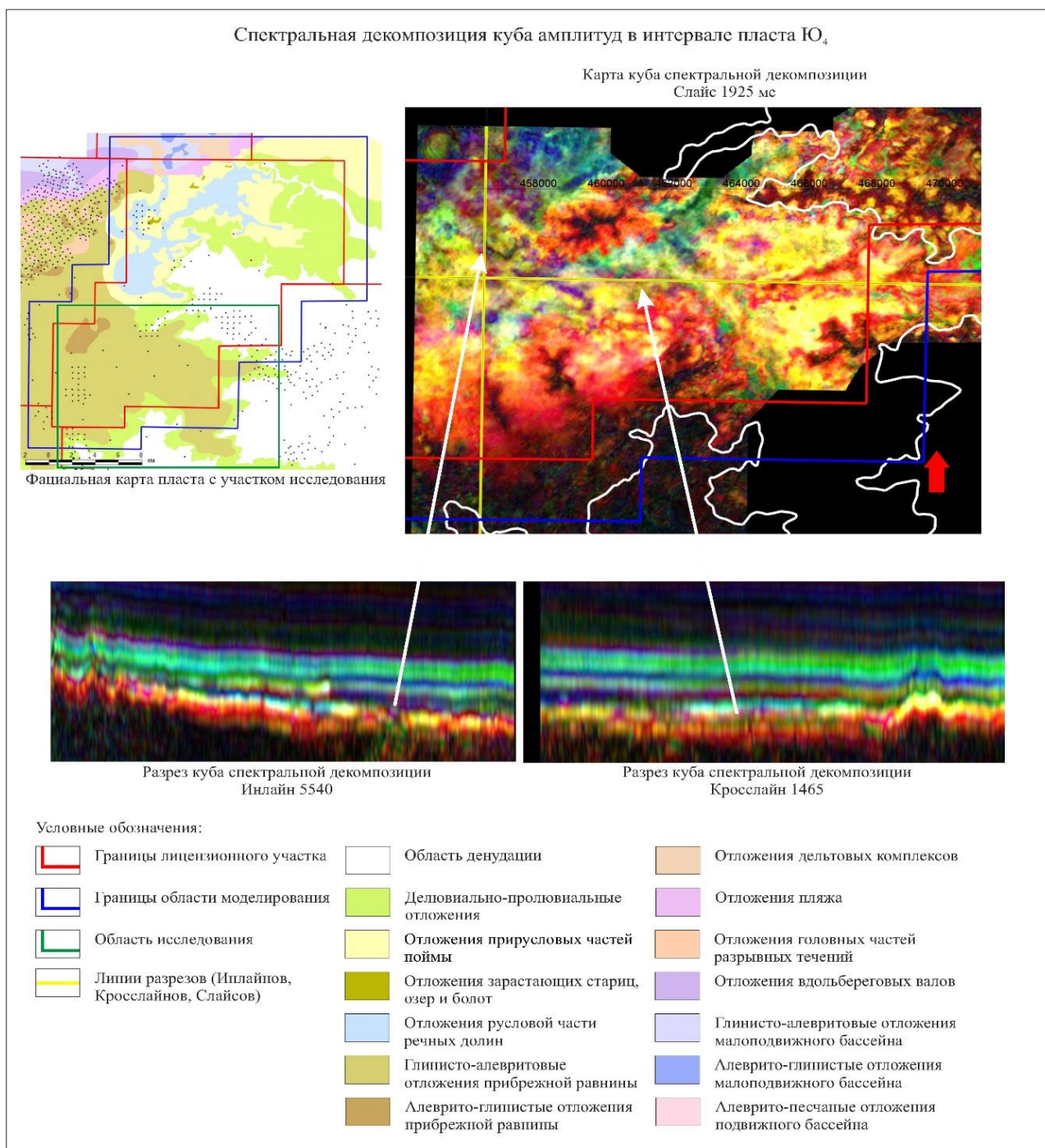


Рисунок 3 – Спектральная декомпозиция куба амплитуд в интервале пласта Ю₄

Для пластов Ю₂₋₃ выделяется общая тенденция – морские и переходные отложения характеризуются преобладанием синего канала в сигнале, континентальные – зеленого. На картах и разрезах уверенно выделяется граница между обстановками осадконакопления.

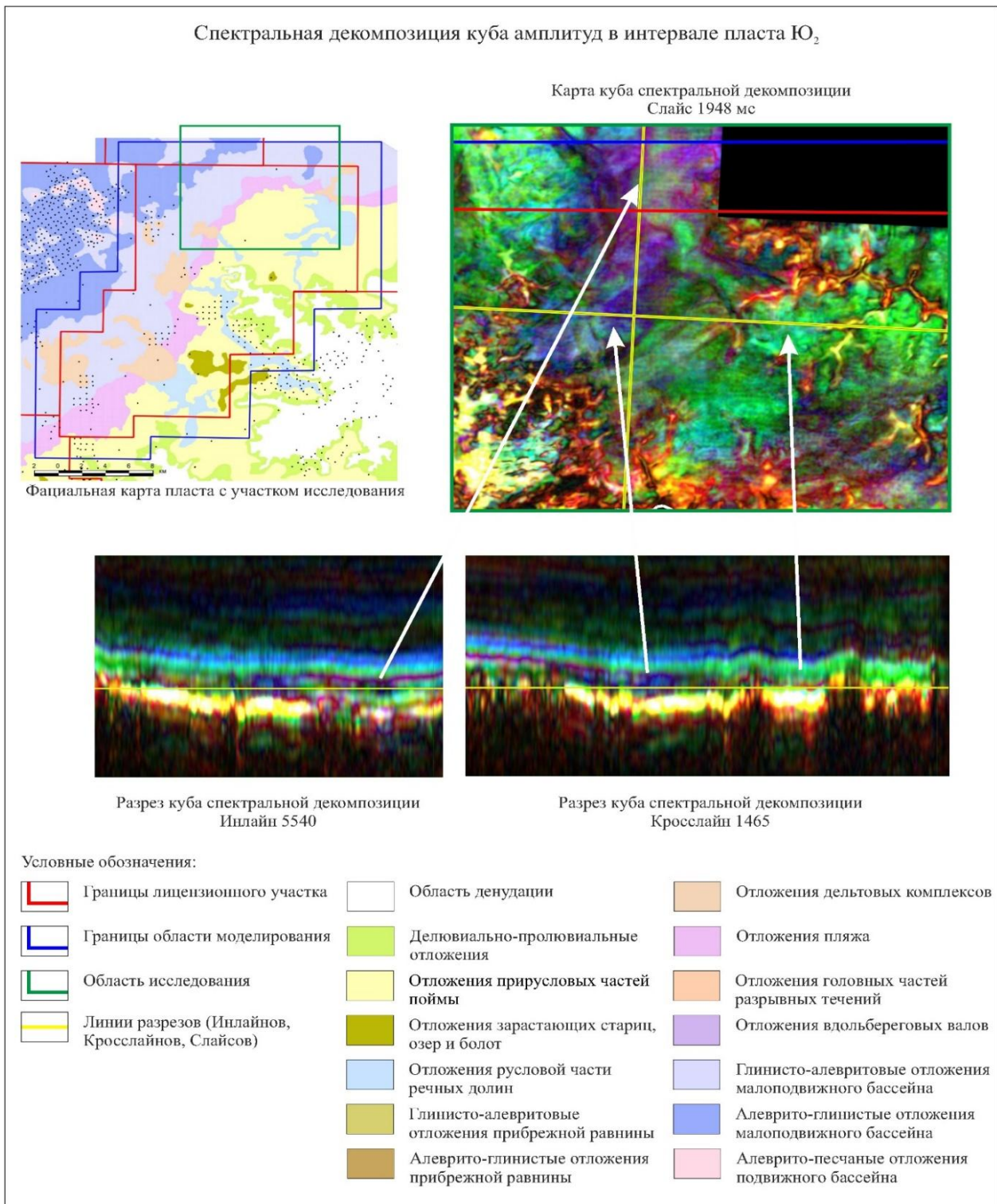


Рисунок 4 – Спектральная декомпозиция куба амплитуд в интервале пласта Ю₂

Оценено влияние условий обстановок осадконакопления на распределение гранулометрического состава и минералов глинистого цемента отложений продуктивных пластов месторождения. Закономерности изменения состава отложений подчиняются общим трендам развития территории. Для пластов

Ю₅₋₆ характерно преобладание крупнозернистых фракций и каолина в цементе. Это связано с распространением русел сплетенного типа, а также полным протеканием процесса выветривания полевых шпатов. Начиная с пласта Ю₄ сменяются обстановки осадконакопления. На территории возникают прибрежные, а затем и морские обстановки осадконакопления. Подъем уровня базиса эрозии речных систем изменяет их энергетiku, формируя меандрирующий тип русел, характеризующийся более мелкозернистыми осадками. Кроме этого уменьшается время денудации и сноса осадков в осадочный бассейн, что преждевременно заканчивает цикл выветривания полевых шпатов. В следствие этого, в глинистом цементе начинает возрастать доля гидрослюд и хлорита.

Для каждой фациальной зоны выделены и объяснены закономерности распределения фильтрационно-емкостных свойств. Высокие значения пористости приурочены к областям с высокой гидродинамической активностью, характеризующимся отсортированными отложениями. Застойные области, с сильно глинизированными коллекторами характеризуются пониженными значениями ФЕС. Кроме этого, отдельно отмечаются склоновые отложения, представленные чередованием и смесью осадков различных фракций, от грубозернистых до пелитовых. Для данных зон характерно хаотичное распределение ФЕС. Области склоновых конусов выноса, за счет формирования временными водными потоками, характеризуются сортировкой осадков и, как следствие, хорошими показателями пористости. В остальном, деллювиально-проллювиальные отложения имеют пониженные значения ФЕС на территории месторождения.

Максимальные значения эффективных толщин в области распространения континентальных условий принимают аллювиальные отложения. При этом, области замещения коллектора глинами в разрезе были выделены как застойные отложения зарастающих стариц и болот. Склоновые условия осадконакопления характеризуются неравномерным распределением эффективных толщин пластов и приурочены к областям выклинивания.

В переходных обстановках, в следствие высокой гидродинамической активности среды, отложения характеризуются высокими значениями эффективных толщин. Наибольшие значения приурочены к зонам дельтовых комплексов, где в короткие, по геологическим меркам, сроки происходило лавинообразное осадконакопления обломочного материала.

Морские обстановки осадконакопления характеризуются примерно равными низкими значениями эффективных толщин.

Таким образом, использование атрибутивного анализа результатов сейсморазведочных работ является хорошим инструментом определения свойств отложений. Такой подход позволяет более точно проводить

стратиграфическую интерпретацию данных, выявлять геологические особенности отложений, а также геометризацию фациальных тел.

Применение спектральной декомпозиции куба амплитуд рассматриваемого участка подтвердило результаты, полученные в ходе литолого-фациального анализа на основе скважинных данных. Кроме этого, прослежены границы выделенных тел в неразбуренной части месторождения, что позволит скорректировать забои планируемых скважин эксплуатационного фонда. Полученные результаты положены в основу детальной геологической модели месторождения, учитывающей характер распределения ФЭС в каждой из обстановок осадконакопления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Никифоров В.В., Шабрин Н.В., Шарафутдинов А.Р., Махныткин Е.М., Шабутдинов А.С. Подбор эффективных геолого-технических мероприятий с учетом литолого-фациальных особенностей осадконакопления продуктивных отложений. Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022. Сборник трудов международной научно-технической конференции. Октябрьский, 25 марта 2022 года. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2022. С. 191-195. EDN XNMEAG.
2. Арефьев С.В., Никифоров В.В., Котенёв Ю.А., Шабрин Н.В., Шарафутдинов А.Р. Особенности выработки запасов нефти юрско-нижнемеловых отложений на основании уточнения литолого-фациального строения месторождения // Нефть. Газ. Новации. 2022. № 3 (256). С. 26-31. EDN ULZUHW.
3. Шабрин Н.В., Никифоров В.В., Шарафутдинов А.Р. Влияние технологических факторов на выработку запасов на примере месторождения Шаимского региона // Актуальные проблемы науки и техники — 2023: сборник материалов XVI Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. Уфа, 2023. Т.1. С. 119-120.
4. Шабрин Н.В., Никифоров В.В., Шарафутдинов А.Р. Особенности условий обстановок осадконакопления северо-восточной части Шаимского нефтегазоносного района // Актуальные проблемы науки и техники — 2023: сборник материалов XVI Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. Уфа, 2023. Т.1. С. 120-122.
5. Стенькин А.В., Котенёв Ю.А., Султанов Ш.Х., Мухаметшин В.В., Никифоров В.В. Повышение эффективности выработки запасов нефти юрских отложений Шаимского региона / А. В. Стенькин, Ю. А. Котенев, Ш. Х. Султанов [и др.] // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2018. №4. С. 53-57. DOI 10.30713/2413-5011-2018-4-53-57. EDN YVJFCR.
6. Никифоров В.В., Стенькин А.В., Котенев Ю.А., Чудинова Д.Ю., Чибисов А.В. Предложения по освоению остаточных запасов нефти месторождения

- Шаимского нефтегазоносного района со сложным разломно-блоковым строением // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2022. № 5–6. С. 56–63.
7. Фазылова Л.Р., Султанов Ш.Х., Никифоров В.В. Оценка влияния неоднородности пластов-коллекторов нижнего мела на разработку запасов / Сборник научных трудов 43-й Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском. Материалы в 2-х томах. 2016. Сборник научных трудов 43-й Международной научно-технической 29 апреля 2016 года. Том 1. Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2016. С. 267-272. (340 с.) ISBN 978-5-93105-292-2. EDN XBQORD.
 8. Зацепин О.Г., Икс В.В., Стенькин А.В., Султанов Ш.Х., Никифоров В.В. Перспективы увеличения дебитов нефти из низкопроницаемых пластов тюменской свиты современными технологиями / О. Г. Зацепин, В. В. Икс, А. В. Стенькин [и др.] // Сборник научных трудов 43-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: Материалы в 2-х томах, Октябрьский, 29 апреля 2016 года. Том 1. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2016. С. 170-175. EDN XCMSBD.
 9. Никифоров В. В., Амантаев В.И., Шарипов Д.Х., Яппаров В.Р. Анализ гидродинамической взаимосвязи между скважинами на примере месторождения Западной Сибири. Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: Сборник трудов международной научно-технической конференции, г. Октябрьский. 2022. С. 27-32.
 10. Никифоров В.В., Султанов Ш. Х., Шабрин Н.В., Шарафутдинов А.Р. Влияние литолого-фациальных особенностей и тектонического строения на распределения фильтрационно-емкостных свойств коллекторов // Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКАР. 2023. № 2. С. 9-15.
 11. Шабрин Н.В., Стенькин А.В., Котенев А.Ю. Влияние фациальных обстановок осадконакопления Тюменской свиты на эффективность извлечения и выработку запасов углеводородов // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2022. Т. 43. № 2 (106). С. 36-45. DOI 10.24412/1728-5283_2022_2_36_45. EDN MRXWDM.
 12. Никифоров В.В., Котенев Ю.А. Геодинамические особенности формирования залежей нефти Шаимского нефтегазоносного района и повышение эффективности нефтеизвлечения // Нефть. Газ. Новации. 2022. №12(265). С. 16-19.
 13. Никифоров В.В., Котенев Ю.А. Геотектонические критерии потенциала нефтегазоносности Шаимского региона // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2022. Т. 42. № 1(105). С. 39-47. DOI 10.24412/1728-5283_2022_1_39_47. EDN VJMCAG.

14. Никифоров В. В., Котенев Ю. А. Геолого-физические особенности формирования и выработки запасов нефти залежей, осложненных разрывными нарушениями // Нефтегазовое дело. 2019. Т. 17. № 6. С. 23-30. DOI 10.17122/ngdelo-2019-6-23-30. EDN TFZXDN.
15. Никифоров В. В., Котенев А. Ю., Набиев Т. А. Методический подход по оптимизации системы разработки месторождений со сложным геологическим строением // Бурение и нефть. 2023. № S1. С. 54-56. Источник: <https://burneft.ru/archive/issues/2023-01sp/54> (дата обращения: 10.06.2024).
16. Шабрин Н. В., Котенев М. Ю., Никифоров В. В. Геолого-промысловое обоснование совершенствования системы заводнения юрских отложений месторождений Шаимского района / Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: Сборник трудов международной научно-технической конференции, г. Октябрьский. 2022. С. 293-297.
17. Шабрин Н. В., Никифоров В. В., Шарафутдинов А. Р., Котенёв М.Ю., Климин Р.В. Критерии поиска новых залежей нефти в коре выветривания доюрского фундамента Шаимского НГР // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. № 32. С. 52-67. DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-52-67. EDN RTWOBF.
18. Никифоров В.В., Чудинова Д.Ю., Чибисов А.В., Котенев Ю.А. Комплексный подход к уточнению проводимости зон деструкции, выделенных методами сейсморазведки // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: Сборник трудов международной научно-технической конференции, г. Октябрьский. 2022. С. 187-191. EDN GHRNPY.
19. Волков Д.С. Возможности количественной интерпретации результатов спектральной декомпозиции сейсмических данных МОГТ-3D // Актуальные проблемы нефти и газа. 2022. №1 (36). С.25-40. DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2022-36.art2.
20. Нуриева, А. А., Никифоров В. В. Бурение бокового ствола скважины как метод увеличения нефтеотдачи // Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: Ежегодный сборник научных трудов / ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан». Том Выпуск 8 (13). Уфа: ООО «Монография», 2019. С. 300-303. (340 с.). EDN INQASM.

REFERENCES:

1. Nikiforov V.V., Shabrin N.V., Sharafutdinov A.R., Makhnytkin E.M., Shabutdinov A.S. Selection of effective geological and technical measures taking into account the lithological and facial features of the sedimentation of productive deposits. Modern technologies in the oil and gas industry - 2022. Collection of proceedings of the international scientific and technical conference. Oktyabrsky, March 25, 2022. –

- Oktyabrsky: Ufa State Petroleum Technical University, 2022. Pp. 191-195. EDN XNMEAG.
2. Arefiev S.V., Nikiforov V.V., Kotenev Yu.A., Shabrin N.V., Sharafutdinov A.R. Features of the production of oil reserves of Jurassic-Lower Cretaceous deposits based on clarification of the lithological-facial structure of the field // Oil. Gas. Innovations. 2022. No. 3 (256). Pp. 26-31. EDN ULZUHW.
 3. Shabrin N.V., Nikiforov V.V., Sharafutdinov A.R. The influence of technological factors on the development of reserves using the example of a deposit in the Shaim region // Current problems of science and technology - 2023: collection of materials XVI International. scientific-practical conf. young scientists and specialists. Ufa, 2023. T.1 Pp. 119-120.
 4. Shabrin N.V., Nikiforov V.V., Sharafutdinov A.R. Features of the conditions of sedimentation environments in the northeastern part of the Shaim oil and gas region // Current problems of science and technology - 2023: collection of materials XVI International. scientific-practical conf. young scientists and specialists. Ufa, 2023. T.1. Pp. 120-122.
 5. Stenkin A.V., Kotenev Yu.A., Sultanov Sh.Kh., Mukhametshin V.V., Nikiforov V.V. Increasing the efficiency of production of oil reserves of the Jurassic deposits of the Shaim region / A. V. Stenkin, Yu. A. Kotenev, Sh. Kh. Sultanov [etc.] // Geology, geophysics and development of oil and gas fields. 2018. No. 4. Pp. 53-57. DOI 10.30713/2413-5011-2018-4-53-57. EDN YVJFCR.
 6. Nikiforov V.V., Stenkin A.V., Kotenev Yu.A., Chudinova D.Yu., Chibisov A.V. Proposals for the development of residual oil reserves of the Shaim oil and gas bearing region with a complex fault-block structure // Territory "NEFTEGAZ". 2022. No. 5–6. pp. 56–63.
 7. Fazylova L.R., Sultanov Sh.Kh., Nikiforov V.V. Assessment of the influence of the heterogeneity of Lower Cretaceous reservoir layers on the development of reserves / Collection of scientific papers of the 43rd International Scientific and Technical Conference dedicated to the 60th anniversary of the branch of USPTU in Oktyabrsky. Materials in 2 volumes. 2016. Collection of scientific papers of the 43rd International Scientific and Technical Conference April 29, 2016. Volume 1. Oktyabrsky: Ufa State Petroleum Technical University, 2016. Pp. 267-272. (340 pp.) ISBN 978-5-93105-292-2. EDN XBQORD.
 8. Zatsepin O.G., Iks V.V., Stenkin A.V., Sultanov Sh.Kh., Nikiforov V.V. Prospects for increasing oil production rates from low-permeability formations of the Tyumen formation with modern technologies / O. G. Zatsepin, V. V. Iks, A. V. Stenkin [etc.] // Collection of scientific papers of the 43rd International Scientific and Technical Conference of Young Scientists, graduate students and students, dedicated to the 60th anniversary of the USPTU branch in Oktyabrsky: Materials in 2 volumes, Oktyabrsky, April 29, 2016. Volume 1. – Oktyabrsky: Ufa State Petroleum Technical University, 2016. Pp. 170-175. EDN XCMSB.

9. Nikiforov V.V., Amantaev V.I., Sharipov D.Kh., Yapparov V.R. Analysis of the hydrodynamic relationship between wells using the example of a field in Western Siberia. Modern technologies in the oil and gas industry - 2022: Collection of proceedings of the international scientific and technical conference, Oktyabrsky. 2022. Pp. 27-32.
10. Nikiforov V.V., Sultanov Sh. Kh., Shabrin N.V., Sharafutdinov A.R. The influence of lithological-facial features and tectonic structure on the distribution of reservoir properties // Scientific works of NIPI Neftegaz SOCAR. 2023. No. 2. Pp. 9-15.
11. Shabrin N.V., Stenkin A.V., Kotenev A.Yu. Influence of facies conditions of sedimentation of the Tyumen formation on the efficiency of extraction and production of hydrocarbon reserves // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. T. 43. No. 2 (106). Pp. 36-45. DOI 10.24412/1728-5283_2022_2_36_45. EDN MRXWDM.
12. Nikiforov V.V., Kotenev Yu.A. Geodynamic features of the formation of oil deposits in the Shaim oil and gas region and increasing the efficiency of oil recovery // Oil. Gas. Innovations. 2022. No. 12(265). Pp. 16-19.
13. Nikiforov V.V., Kotenev Yu.A. Geotectonic criteria for the oil and gas potential of the Shaim region // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. T. 42. No. 1(105). Pp. 39-47. DOI 10.24412/1728-5283_2022_1_39_47. EDN VJMCAG.
14. Nikiforov V.V., Kotenev Yu.A. Geological and physical features of the formation and production of oil reserves of deposits complicated by discontinuities // Oil and Gas Business. 2019. T. 17. No. 6. Pp. 23-30. DOI 10.17122/ngdelo-2019-6-23-30. EDN TFZXDND.
15. Nikiforov V.V., Kotenev A.Yu., Nabiev T.A. Methodological approach to optimizing the system for developing fields with complex geological structure // Drilling and Oil. 2023. No. S1. Pp. 54-56. Source: <https://burneft.ru/archive/issues/2023-01sp/54> (access date: 06/10/2024).
16. Shabrin N.V., Kotenev M.Yu., Nikiforov V.V. Geological and field justification for improving the waterflooding system of Jurassic deposits in the Shaim region / Modern technologies in oil and gas business - 2022: Collection of proceedings of the international scientific and technical conference, October. 2022. Pp. 293-297.
17. Shabrin N.V., Nikiforov V.V., Sharafutdinov A.R., Kotenev M.Yu., Klimin R.V. Criteria for searching for new oil deposits in the weathering crust of the pre-Jurassic basement of the Shaim oil and gas region // Geology. Proceedings of the Department of Geosciences and Natural Resources. 2023. No. 32. Pp. 52-67. DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-52-67. EDN RTWOFB.
18. Nikiforov V.V., Chudinova D.Yu., Chibisov A.V., Kotenev Yu.A. An integrated approach to clarifying the conductivity of destruction zones identified by seismic exploration methods // Modern technologies in oil and gas business - 2022:

Collection of proceedings of the international scientific and technical conference, Oktyabrsky. 2022. Pp. 187-191. EDN GHRNPY.

19. Volkov D.S. Possibilities of quantitative interpretation of the results of spectral decomposition of CDP-3D seismic data // Current problems of oil and gas. 2022. No. 1 (36). Pp.25-40. DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2022-36.art2.
20. Nurieva, A. A., Nikiforov V. V. Drilling a lateral well as a method of increasing oil recovery // Oil and Gas Technologies and New Materials. Problems and solutions: Annual collection of scientific works / State Scientific University "Institute of Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan". Volume Issue 8 (13). Ufa: Monograph LLC, 2019. Pp. 300-303. (340 pp.). EDN INQASM.

Сведения об авторах:

Никифоров Виталий Викторович, старший преподаватель «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет», младший научный сотрудник Научного Центра Международного Уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты», Уфа, Российская Федерация, эл. адрес: guk-geo@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-5198-0879.

Шарафутдинов Айдар Рафисович, ассистент кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет», инженер Научного Центра Международного Уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты», Уфа, Российская Федерация, эл. адрес: aydar.sharafutdinov1999@gmail.com. ORCID ID: 0009-0007- 9451-6073.

Шабрин Никита Владиславович, старший преподаватель «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет», младший научный сотрудник Научного Центра Международного Уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты», Уфа, Российская Федерация, эл. адрес: nikita.shabrin@yandex.ru. ORCID ID: 0000-0003-4727-6349.

Чибисов Александр Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет», старший научный сотрудник Научного Центра Международного Уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты», Уфа, Российская Федерация, эл. адрес: z077@mail.ru. ORCID ID: 0000-0002-1382-2391.

Author's personal details:

Nikiforov Vitaly Viktorovich, senior lecturer “Geology and exploration of oil and gas fields” of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technical University”, junior researcher at the International Scientific Center “Rational development of liquid hydrocarbon reserves of the planet”, Ufa, Russian Federation, email. address: guk-geo@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-5198-0879.

Sharafutdinov Aidar Rafisovich, assistant of the department of "Geology and exploration of oil and gas fields" of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State Petroleum Technical University", engineer of the International Scientific Center "Rational development of liquid hydrocarbon reserves of the planet", Ufa, Russian Federation, email. address: aydar.sharafutdinov1999@gmail.com. ORCID ID: 0009-0007-9451-6073.

Shabrin Nikita Vladislavovich, senior lecturer “Geology and exploration of oil and gas fields” of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technical University”, junior researcher at the International Scientific Center “Rational development of liquid hydrocarbon reserves of the planet”, Ufa, Russian Federation, email. address: nikita.shabrin@yandex.ru. ORCID ID: 0000-0003-4727-6349.

Chibisov Alexander Vyacheslavovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of “Geology and Exploration of Oil and Gas Fields” of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technical University”, Senior Researcher of the International Scientific Center “Rational Development of Liquid Hydrocarbon Reserves of the Planet”, Ufa, Russian Federation, email address: z077@mail.ru. ORCID ID: 0000-0002-1382-2391.

© Никифоров В.В., Шарафутдинов А.Р., Шабрин Н.В., Чибисов А.В.