

Оперативное построение фациальной схемы ачимовских отложений для целей сопровождения бурения

Арапов В.О.^{1,2}, Гейст И.В.¹, Пухарев В.А.¹

¹ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия, ²Институт горного дела Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия
ivgeyst@tnnc.rosneft.ru

Аннотация

В работе рассмотрены результаты по оперативному построению фациальной схемы ачимовских отложений на территории юга Тюменской области при сопровождении эксплуатационного бурения, с использованием результатов интерпретации сейсморазведки и скважинных данных. В процессе работы были выделены и подтверждены пилотным бурением новые перспективные области для дополнительного фонда скважин.

Материалы и методы

В рамках работы проведен анализ геологического строения изучаемого участка, выполнена детальная корреляция отложений по данным ГИС и сейсморазведки, определены фациальные особенности пласта с выделением электрофаций по методике В.С. Муромцева, проанализированы динамические и кинематические сейсмические атрибуты и слайсы с последующей

увязкой со скважинными данными. При помощи комплексирования данных ГИС и сейсморазведки построена фациальная схема ачимовских отложений.

Ключевые слова

фациальный анализ, сейсмические атрибуты, геологическая модель

Для цитирования

Арапов В.О., Гейст И.В., Пухарев В.А. Оперативное построение фациальной схемы ачимовских отложений для целей сопровождения бурения // Экспозиция Нефть Газ. 2023. № 7. С. 38–43. DOI: 10.24412/2076-6785-2023-7-38-43

Поступила в редакцию: 31.08.2023

GEOLOGY

UDC 553.98 | Original Paper

Operational construction of the facies scheme of the Achimov deposits for the purposes of supporting production drilling

Arapov V.O.^{1,2}, Geist I.V.¹, Puharev V.A.¹

¹“Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia, ²Institute of mining of the Ural branch of the Russian academy of sciences, Ekaterinburg, Russia
ivgeyst@tnnc.rosneft.ru

Abstract

The paper considers the results of the operational construction of the facies scheme of the Achimov deposits in the south of the Tyumen region, accompanied by operational drilling, using the results of interpretation of seismic exploration and well data. In the process of the work, new promising areas for an additional well fund were identified and confirmed by pilot drilling.

Materials and methods

As part of the work, an analysis of the geological structure of the studied area was carried out, a detailed correlation of sediments was performed according to well and seismic data, facies features of the formation were determined with the allocation of electrofacies according to the Muromtsev V.S. method, dynamic and kinematic seismic attributes and

slices were analyzed, followed by linking with well data. A facies scheme of the Achimov deposits was constructed using the integration of well and seismic data.

Keywords

facies analysis, seismic attributes, geological model

For citation

Arapov V.O., Geist I.V., Puharev V.A. Operational construction of the facies scheme of the Achimov deposits for the purposes of supporting production drilling. Exposition Oil Gas, 2023, issue 7, P. 38–43. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2023-7-38-43

Received: 31.08.2023

Введение

В последние годы в структуре мировых запасов нефти увеличивается доля трудноизвлекаемых. Это связано не только с открытием новых месторождений со «сложными» запасами и с совершенствованием технологий поиска и добычи, но и с истощением «легких» запасов [1].

Рассматриваемые ачимовские отложения Западной Сибири относятся к трудноизвлекаемым и представлены чередованием низкопроницаемых песчаников и глин. Ачимовские отложения характеризуются неоднородностью, прерывистостью и расчлененностью высокой степени.

На текущий момент в ачимовской толще открыто более 180 месторождений нефти, газа и конденсата, и только 5 % из них находится в стадии разработки [2]. Недостаточная изученность данных отложений является актуальным стимулом для изучения строения и условий формирования этих отложений [3].

Для успешного бурения скважин и освоения залежей данного типа необходимо более детально подходить к вопросу геологического описания месторождения.

Оперативное построение фациальных схем является одним из методов детализации геологического строения месторождений при ограниченном количестве исходной информации и времени для принятия решений. Данный метод позволяет определить условия осадконакопления на территории месторождения и седиментологические особенности строения изучаемых пластов с выделением перспективных зон под дальнейшие цели эксплуатационного бурения.

На исследуемом месторождении геологическая модель целевого объекта была построена по результатам комплексной интерпретации сейсмических данных 3D, при использовании только разведочных скважин.

Цель данной работы — повышение качества геологической модели за счет создания фациальной схемы на основе комплексирования скважинных данных и 3D-сейсморазведки для задач сопровождения эксплуатационного бурения.

Геологическое строение

Исследуемый участок расположен в юго-западной части Западно-Сибирской плиты и, согласно схематической карте «Тектоническая карта фундамента Западно-Сибирской плиты» (Сурков В.С., 1981), приурочен к структуре I порядка Верхне-Демьянского мегантиклинория.

В геологическом разрезе на изучаемой территории выделяется три тектоно-формационных этажа: палеозойский складчатый фундамент, промежуточный структурный комплекс пермско-триасового возраста (развит не повсеместно) и мезозойско-кайнозойский платформенный осадочный чехол [4]. Установленная нефтеносность на месторождении связана со среднеюрскими отложениями тюменской свиты и неокомскими пластами [5]. При палеоструктурном анализе установлено, что все структуры месторождения являются структурами древнего заложения [6].

Целевой пласт БС9(2)ач относится к усть-балыкской свите (рис. 2), имеет неоднородное строение по площади и характеризуется резкой изменчивостью литологического состава и ФЕС, связанной с особенностями клиноформного строения пласта.

Бурение первых эксплуатационных скважин на рассматриваемом участке показало, что геологическое строение целевого пласта БС9(2)ач значительно сложнее относительно первоначальных представлений. Для решения текущих задач, связанных с подтверждением геологического строения и планированием эксплуатационного бурения, принято решение о построении фациальной схемы и последующем ее учете в геологической модели. Для дальнейшего построения фациальной схемы был проведен повторный анализ данных скважин и сейсморазведочных работ с учетом результатов бурения и запусков новых скважин.

Этапность выполнения работ

Для достижения поставленных целей требуется инструмент, который позволяет воспроизвести физические процессы разработки аналогично

гидродинамической модели (ГДМ), и за короткий промежуток времени осуществить многовариантные расчеты. Одним из возможных вариантов увеличения скорости расчетов является применение 2D гидродинамических прокси-моделей, однако создание таких моделей требует существенных трудозатрат.

Фациальная схема входит в состав комплексной геологической модели, в связи с этим часть этапов по созданию данной модели схожа с этапами создания геологической модели. Количество этапов зависит от цели построения литофациальной схемы и количества исходных данных.

В текущей работе основная цель построения схемы — это детализация геологической модели для размещения эксплуатационного фонда, детальность в данном случае будет контролироваться исходными данными. Изучаемая площадь неравномерно разбурена на 24 разведочными скважинами, при этом ядерный материал отобран только в 70 % из них. Для седиментологического описания разреза в скважинах с отсутствием ядерного материала и в новом эксплуатационном фонде была применена методика выделения электрофаций по данным ГИС [4]. В основе данной методики лежит принцип связи между меняющимися гидродинамическими режимами осадконакопления, размерами зерен породы и типами фаций.

Методика построения лито-фациальной схемы включает в себя следующие этапы:

- детальная корреляция по данным ГИС и сейсморазведки;
- определение фациальных особенностей пласта, выделение электрофаций по кривым ГИС с использованием методики В.С. Муромцева [4] и закона Головкинского-Иностранцева-Вальтера;
- анализ динамических и кинематических сейсмических атрибутов и слайсов с последующей увязкой со скважинными данными;
- в завершение выделение границы палеотел и построение литофациальной схемы. Отложения исследуемого интервала

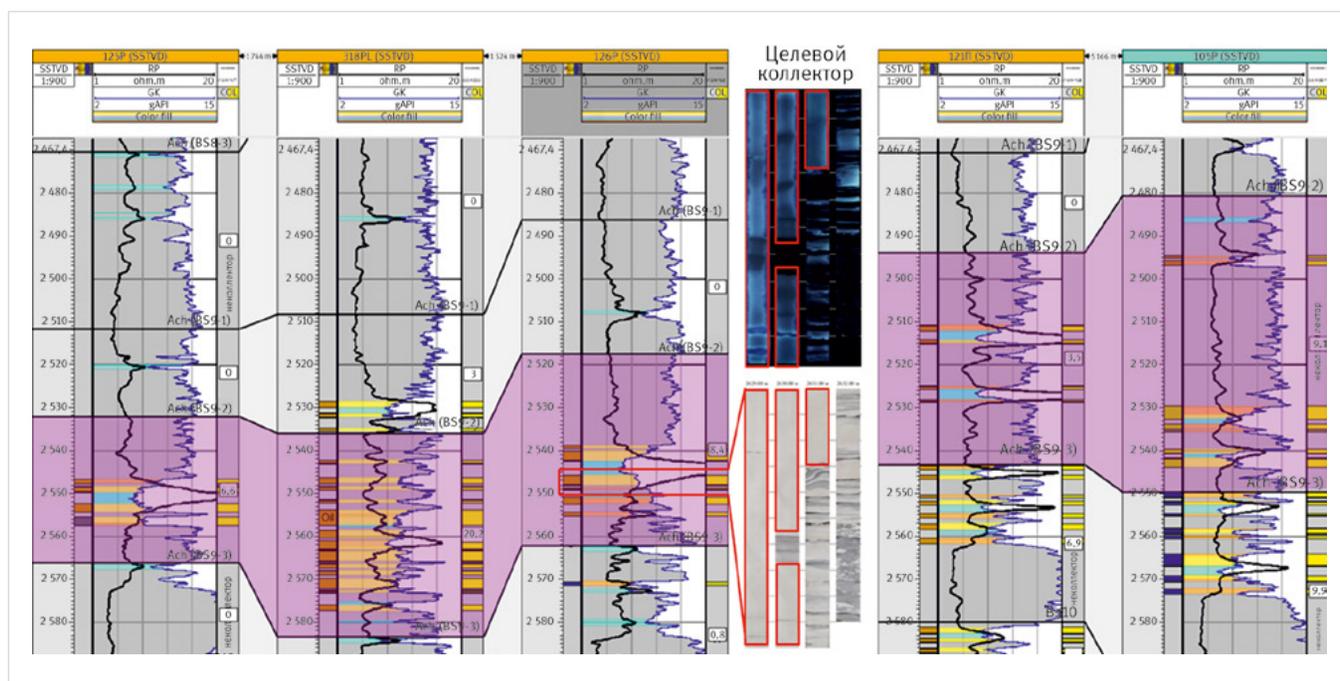


Рис. 1. Схема корреляции по скважинам
Fig. 1. Well correlation scheme

входят в состав сейсмостратиграфического комплекса БС(9). Кровлей комплекса является отражающий горизонт НБС9. На востоке он сопоставляется с кровлей шельфовой части клиноциклита, на изучаемой территории относится к склоновой части клиноформы.

На этапе корреляции по всем имеющимся скважинам были выделены границы пласта БС9(2)ач. Трудности геологической корреляции таких пластов связаны с их геологической неоднородностью, которая зависит от скорости потоков, источников сноса, его удаленности и т.д.

Выделение границы пласта проводилось с использованием сейсмических разрезов и скважинных данных, подошва пласта соответствует реперным плотным породам, кровля пласта выделяется под выдержанными слабоконтрастными глинами. На рисунке 1 проиллюстрирован пример геологической корреляции целевого пласта по скважинным данным. Целевой коллектор приурочен к проксимальным отложениям конуса выноса (отмечен красным, рис. 1) [7].

На следующем этапе при анализе исходных данных удалось установить, что с точки зрения условий осадконакопления отложения пласта БС9(2)ач формировались в период падения относительного уровня моря, когда мелководный шельф осушается, а в его пределах формируются врезанные долины, по которым обломочный материал транспортируется в глубоководные участки морского бассейна, формируя подводные конусы выноса. Седиментация такого типа фаціальных тел происходила за счет лавинного сноса терригенного материала с поверхности осушаемого шельфа к подножию подводного склона [8].

Существуют разнообразные классификации зон осадконакопления в глубоководных конусах выноса, в которых общим является выделение каньонов, внутреннего, среднего и внешнего конусов выноса (рис. 2) [9]. Дифференциация данных зон в разрезе возможна при помощи

данных ГИС и керна, а для определения их латеральных границ палеотел необходимо использовать динамический анализ данных сейсморазведки.

Для седиментологического описания разреза в скважинах с отсутствием кернового материала и в новом эксплуатационном фонде была применена методика выделения электрофаций по данным ГИС [4]. В основе данной методики лежит принцип связи между меняющимися гидродинамическими режимами осадконакопления, размерами зерен породы и типами фаций.

По керну и кривым ГИС на рассматриваемой территории были установлены условия осадконакопления и выделены основные фации, включающие в себя фации проксимальных/средних/дистальных конусов выноса, фации глубоководных каналов/каньонов, фации глубоководных глинистых отложений дна морского бассейна, фации отложений склона и фации глинистых отложений морского мелководья.

На этапе динамического анализа сейсмических атрибутов были определены латеральные границы палеобъектов. Наиболее информативным инструментом при определении границ объектов на исследуемом участке оказался сейсмический слайс по амплитудному кубу, полученный в середине интервала пласта БС9(2)ач, но в работе также были использованы слайсы с кубов спектральной декомпозиции, RMS-амплитуд и относительного акустического импеданса.

Наличие конусов выноса в пласте БС9(2)ач подтверждается сейсмическими данными. На сейсмическом слайсе по амплитудному кубу (рис. 3) выделяется много различных по контрастности фаціальных зон, которые по характерной форме сопоставляются с палеоканалами и конусами выноса. Осложняющий фактор на северо-западе месторождения — развитие аномальной баженовской свиты. Данная зона не пересекается с областью эксплуатационного бурения, но аномалия в этой зоне

затрудняет геологическую интерпретацию сейсмических материалов [9].

Построение фаціальной концептуальной схемы

В результате комплексного анализа сейсмических и скважинных данных на финальном этапе была построена фаціальная схема пласта БС9(2)ач (рис. 5).

В основу схемы вошли шесть фаций:

1. Глубоководный каньон/канал — соответствует фации разрывных течений по классификации В.С. Муромцева [4], по классификации Е. Мутти и Ф. Ричи Люччи [9] относится к фации каньона (рис. 2, индекс С).
2. Проксимальные отложения конусов выноса — соответствуют фации головной части конусов выноса по классификации В.С. Муромцева [4], по классификации Е. Мутти и Ф. Ричи Люччи [9] относится к фации внутреннего конуса (рис. 2, индекс С₁).
3. Средние/дистальные отложения конусов выноса — соответствуют фации основной части конусов выноса по классификации В.С. Муромцева [4], по классификации Е. Мутти и Ф. Ричи Люччи [9] относится к фации среднего и внешнего конуса (рис. 2, индексы С₂ и С₃).
4. Зона замещения коллектора, представленная глубоководными глинистыми отложениями дна морского бассейна, — соответствует фации открытого моря по классификации В.С. Муромцева [4], по классификации Е. Мутти и Ф. Ричи Люччи [9] относится к фации равнины дна бассейна (рис. 2, индекс D).
5. Отложения склона — соответствуют фации верхнего и нижнего склона по классификации Е. Мутти и Ф. Ричи Люччи [9] (рис. 2, индексы В₁ и В₂).
6. Глинистые отложения фаций морского мелководья — соответствуют фации шельфа по классификации Е. Мутти и Ф. Ричи Люччи [9] (рис. 2, индекс А).

В пределах площади, на сейсмических слайсах (рис. 3) отчетливо просматриваются распределительные каналы. Такие объекты прорезают склоновые части пласта и являются путями транспортировки осадочного материала [8]. Отложения данной фации представлены грубо- и среднезернистым песчанником с глинисто-карбонатным и карбонатным (кальцитовым) цементом, с конволютной слоистостью и блюдцеобразной текстурой [10]. Электрометрическая модель представляет собой аномалию кривой ПС, расположенную в зоне отрицательных значений и имеющую вид четырехугольника [4].

На сейсмических слайсах врезанные аномалии, приуроченные к данной фации, прослеживаются вдоль склона до его подножья. Каналы имеют извилистую шнурковообразную форму длиной десятью километров и шириной от 100 м у бровки шельфа и до 1 000 м у подножья склона.

Перспективными, с точки зрения эксплуатационного бурения, являются конусы выноса, которые выделяются аномалиями на амплитудных слайсах. Каждый конус выноса может обладать своими свойствами и особенностями, а также неоднородностью строения, которое связано с особенностями условий седиментации в той или иной части площади [11].

Проксимальные, средние и дистальные отложения конусов выноса разделялись по следующим признакам: наличие границ

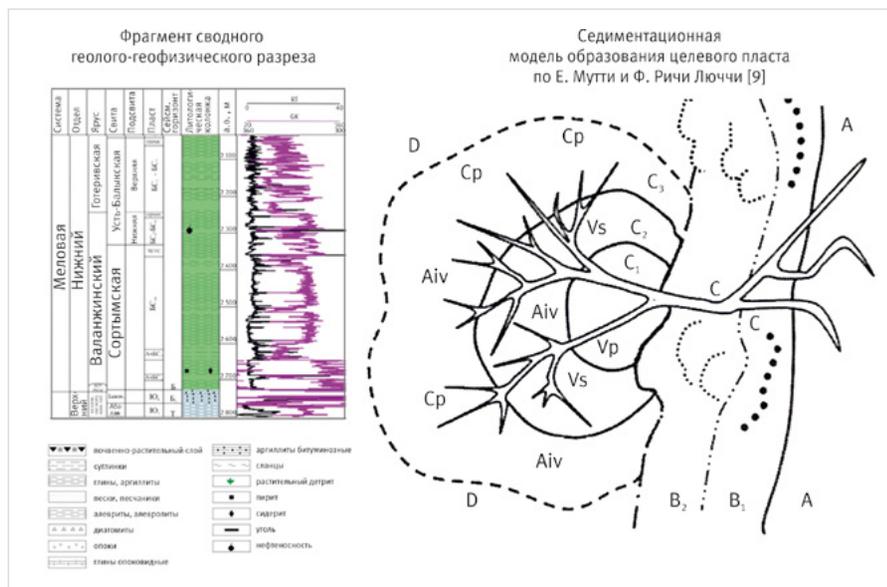


Рис. 2. Геологическая характеристика месторождения: А — шельф; В₁ — верхний склон; В₂ — нижний склон; С₁ — внутренний (проксимальный) конус; С₂ — средний конус; С₃ — внешний (дистальный) конус; D — равнина дна бассейна; С — каньон; Vp — основные долины; Vs — вторичные долины; Cp — периферийные каналы; Aiv — области между долинами

Fig. 2. Geological characteristics of the field: A — shelf; B₁ — upper slope; B₂ — lower slope; C₁ — inner (proximal) fan; C₂ — middle fan; C₃ — outer (distal) fan; D — basin bottom plain; C — canyon; Vp — main valleys; Vs — secondary valleys; Cp — peripheral channels; Aiv — areas between valleys

аномалий на сейсмическом слайде (рис. 3), удаленность от источника сноса осадочного материала, т.е. от склоновой части и глубоководных каналов, форма кривых ГИС и эффективные толщины коллектора, а также фильтрационно-емкостные свойства коллекторов.

Проксимальные отложения конусов выноса на исследуемой площади представлены массивными средне- и мелкозернистыми однородными песчаниками. Данные отложения формируются высокоплотными потоками у подножья склона в непосредственной близости от питающих каналов. Электрометрическая модель представляет собой аномалию кривой ПС, расположенную в зоне отрицательных значений и имеющую вид равнобедренного треугольника [4] (рис. 4). На сейсмических слайдах данные отложения выделяются площадными аномалиями и расположены в непосредственной близости от подножья склона. На исследуемой площади проксимальные конусы выноса достигают 14 км в ширину и 11 км в длину.

Средние/дистальные отложения конусов выноса представлены переслаиванием средне- и мелкозернистых песчаников с градиционной слоистостью и алевролитов. Отложения фации формируются между дном морского бассейна и проксимальными отложениями конусов выноса. Электрометрическая модель схожа с моделью проксимальных отложений (рис. 4), за исключением повышенной расчлененности и пониженной песчаности разреза [4].

Фации неколлектора включают в себя глубоководные глинистые отложения дна морского бассейна, отложения склона и глинистые отложения фаций морского мелководья. Данные фации преимущественно представлены глинами и глинистыми алевролитами. Дифференциация данных фаций производилась при помощи карт временных толщин и спектральной декомпозиции. Граница отложений склона в районе подножья характеризуется сокращением мощности на карте временных толщин, а в районе бровки шельфа — увеличением мощности.

Наиболее перспективными из всех выделенных фаций являются проксимальные отложения конусов выноса, так как соответствуют зонам наилучших коллекторских свойств.

По итогам выполненной работы была рекомендована к бурению опережающая скважина 334PL. Бурение данной скважины подтвердило корректность построенной концептуальной схемы и наличие перспектив для нового эксплуатационного бурения. Вскрытый разрез сопоставим с разрезом в районе основного бурения, по результатам анализа формы кривых ГИС подтвердилась фация проксимальных отложений конусов выноса [9], а также эффективные толщины коллектора соответствуют плановым значениям (рис. 6).

По факту бурения скважины 334PL запланированы дополнительные четыре горизонтальные скважины с использованием технологии многостадийного гидроразрыва пласта. Бурение скважин позволит увеличить накопленную добычу на 3 %, при этом расчетный режим работы скважин аналогичен скважинам в районе основного бурения.

Итоги

В результате выполненных работ, с комплексированием данных интерпретации 3D-сейсморазведки и новой промысловой информации по скважинам, была оперативно построена фациальная схема ачимовских отложений и обновлена геологическая модель с

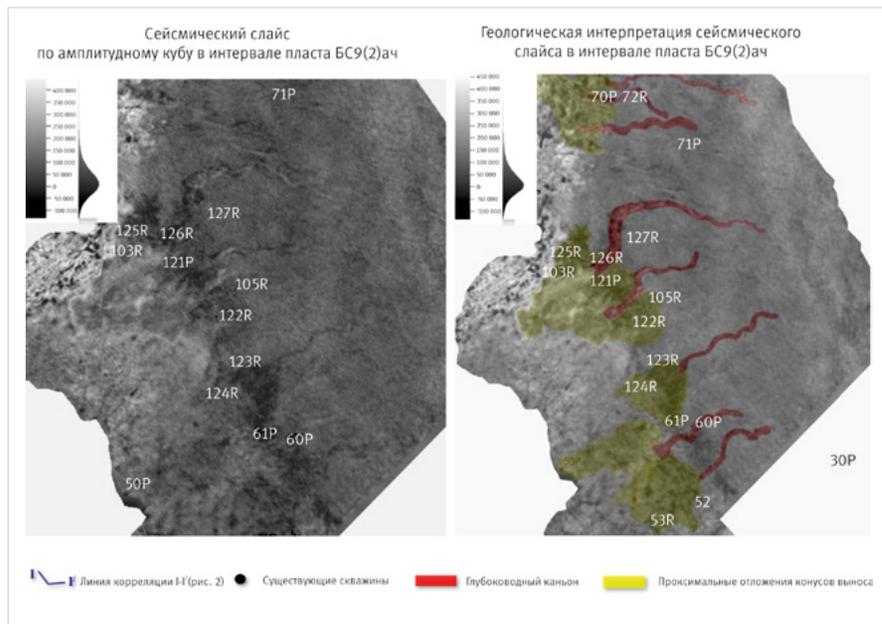


Рис. 3. Интерпретация сейсмических данных
Fig. 3. Interpretation of seismic data

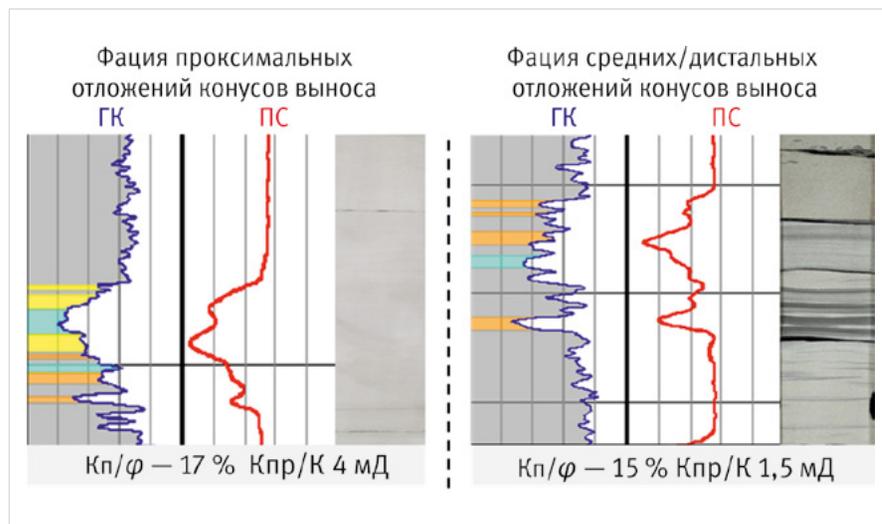


Рис. 4. Сопоставление электрометрической модели разных типов конусов выноса
Fig. 4. Comparison of the electrometric model of different types of submarine fan

учетом нового представления о концептуальном строении целевого объекта. Использование фациальной схемы для слабоизученных территорий позволило повысить качество и детальность геологической модели.

Выводы

- Фациальная схема на исследуемой площади построена впервые и может быть использована для решения задач текущего эксплуатационного бурения.
- Были выделены новые перспективные области и рекомендована опережающая скважина для подтверждения геологических выводов. В дальнейшем геологическая модель была подтверждена результатами опережающего эксплуатационного бурения.
- Фациальный анализ в процессе геологического сопровождения бурения — это ключ к локализации запасов и снижению риска бурения низкопродуктивных скважин, связанного с подтверждаемостью геологической модели.
- На основе проведенной работы были

выделены не только перспективные зоны с наличием коллектора, а также рекомендованы к бурению четыре горизонтальных скважины для дальнейшего бурения с перспективой увеличения накопленной добычи нефти на 3 %.

Литература

1. Клубков С., Мосоян М. Не вся нефть «черное золото» // Нефтегазовая вертикаль. 2020. № 20. С. 35–41.
2. Кирьянова Т., Кириллов А. Секторное моделирование для ачимовских отложений // Oil and gas journal Russia. 2015. № 12. С. 70–75.
3. Буторин А.В. Изучение детального строения ачимовского нефтегазового комплекса на основе спектральной декомпозиции сейсмического волнового поля. Санкт-Петербург: Диссертация, 2016. 141 с.
4. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел — литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.

5. Нежданов А.А. Сейсмогеологический анализ нефтегазовых отложений Западной Сибири для целей прогноза и картирования неантиклинальных ловушек и залежей УВ. Тюмень: Диссертация, 2004. 458 с.
6. Шемин Г.Г. Результаты палеотектонического анализа по изучению истории формирования пликтивных структур и ловушек нефти и газа сложнопостроенных районов Сибирской платформы и их научно-практическое значение // Интерэкспо Гео-Сибирь-2014. 2014. Том 1. С. 215–219.
7. Кузнецов М.А., Игитов С.М., Котунов Д.А., Асмандияров Р.Н., Курманов О.Е., Мирошкин В.Г., Шпидлер А.А., Штырляева А.А. Анализ внутреннего строения и нефтеносности пласта БВ9 Ачимовской толщи на территории деятельности ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз» // ПРонефть. 2018. № 3. С. 36–40.
8. Nichols G. Sedimentology and stratigraphy second edition. Chichester, UK: Wiley-Blackwell, 2009, 419 p. (In Eng).
9. Закревский К.Е., Нассонова Н.В. Геологическое моделирование клиноформ неоккома Западной Сибири. Тверь: ГЕРС, 2012. 80 с.
10. Брехунцов А.М., Таинская Н.В., Шиманский В.В., Хафизов С.Ф. Литолого-фациальные критерии прогноза коллекторов ачимовских отложений Восточно-Уренгойской зоны // Геология нефти и газа. 2003. № 3. С. 2–10.
11. Бородкин В.Н., Курчиков А.Р., Мельников А.В., Храмова А.В. Модель формирования и текстурные особенности пород ачимовского комплекса севера Западной Сибири. Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. 84 с.
12. Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В. и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде // Геология и геофизика. 2014. Том 55. № 5–6. С. 745–776.
13. Розбаева Г.Л. Детальная литолого-фациальная модель отложений нижнехетской свиты в Сузунском НГР (Западная Сибирь). Тюмень: Диссертация, 2014. 145 с.
14. Кантемирова Н.А., Смирнова Е.В. Опыт моделирования клиноформных отложений на примере уникальных месторождений // Нефтяная провинция. 2022. № 2. С. 44–60.

ENGLISH

Results

As a result of the work performed, with the integration of 3D seismic interpretation data and new field information on wells, the facies scheme of the Achimov deposits was quickly constructed and the geological model was updated taking into account a new understanding of the conceptual structure of the target object. The use of the facies scheme for poorly studied territories allowed improving the quality and detail of the geological model.

Conclusions

- The facies scheme on the studied area was built for the first time and can be used to solve the problems of current production drilling.

References

1. Klubkov S., Mosoyan M. Not all oil is “black gold”. Oil and gas vertical, 2020, issue 20, P. 35–41. (In Russ).
2. Kiryanova T., Kirillov A. Sector modeling for Achimov deposits. Oil and gas journal Russia, 2015, issue 12, P. 70–75 (In Russ).
3. Butorin A.V. Study of the detailed structure of the Achim oil and gas complex based on the spectral decomposition of the seismic wave field. St. Petersburg: Dissertation, 2016, 141 p. (In Russ).
4. Muromtsev V.S. Electrometric geology of sand bodies – lithological traps of oil and gas. St. Petersburg: Nedra, 1984, 260 p. (In Russ).
5. Nezhdanov A.A. Seismogeological analysis of oil and gas deposits of Western Siberia for the purposes of forecasting and mapping of non-anticlinal traps and hydrocarbon deposits. Dissertation. Tyumen: Dissertation, 2004, 458 p. (In Russ).
6. Shemin G.G. Results of paleotectonic analysis on the study of the history of formation of plicative structures and oil and gas traps in complex regions of the Siberian Platform and their scientific and practical significance. Interexpo Geo-Siberia-2014, 2014, Vol. 1, P. 215–219. (In Russ).
7. Kuznetsov M.A., Igitov S.M., Kotunov D.A., Asmandiyarov R.N., Kurmanov O.E., Miroshkin V.G., Shpindler A.A., Shtyrlyayeva A.A. Analysis of the internal structure and oil content of the BV9 formation of the Achimov strata on territories of activity of JSC Slavneft-Megionneftegaz. POneft, 2018, issue 3, P. 36–40. (In Russ).
8. Nichols G., Sedimentology and stratigraphy second edition. Chichester, UK: Wiley-Blackwell, 2009, 419 p.
9. Zakrevsky K.E., Nasonova N.V. Geological modeling of neocombe clinofolds of Western Siberia. Tver: GERS, 2012, 80 p. (In Russ).
10. Brekhuntsov A.M., Tainskaya N.V., Shimansky V.V., Hafizov S.F. Lithological and facies criteria for forecasting reservoirs of Achimov deposits of the East-Urengoy zone. Geology of oil and gas, 2003, issue 3, P. 2–10. (In Russ).
11. Borodkin V.N., Kurchikov A.R., Melnikov A.V., Khramtsova A.V. Formation model and textural features of rocks of the Achim complex in the north of Western Siberia. Tyumen: Educational publication of TSOGU, 2011, 84 p. (In Russ).
12. Kontorovich A.E., Kontorovich V.A., Ryzhkova S.V., etc. Paleogeography of the West Siberian sedimentary basin in the Cretaceous period. Geology and geophysics, 2014, Vol. 55, № 5–6, P. 745–776. (In Russ).
13. Rozbaeva G.L. Detailed lithofacies model of the Nizhnekhetskaya suite deposits in the Suzun oil and gas region (Western Siberia). Tyumen: Dissertation, 2014, 145 p. (In Russ).
14. Kantemirova N.A., Smirnova E.V. Model studies of clinofold sediments by example of unique fields. Neftyanaya Provintsiya, 2022, issue 2, P. 44–60. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Арапов Владислав Олегович, главный специалист, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

Гейст Ирина Валерьевна, начальник отдела, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия
Для контактов: ivgeyst@tnnc.rosneft.ru

Пухарев Валерий Александрович, эксперт по сейсморазведке, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

Arapov Vladislav Olegovich, chief specialist, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia

Geist Irina Valeryevna, head of department, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia
Corresponding author: ivgeyst@tnnc.rosneft.ru

Pukharev Valery Alexandrovich, seismic expert, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia