

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 06.11.2024 г.

Принята к публикации 24.02.2025 г.

EDN: JMHСIE

УДК 553.982.23:551.762.3(571.122)

Смирнов О.А.

ООО «ИНГЕОСЕРВИС», Тюмень, Россия

Бородкин В.Н.

Западно-Сибирский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН; Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Лукашов А.В., Зайцев А.Н.

ООО «ИНГЕОСЕРВИС», Тюмень, Россия

Зубков М.Ю.

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ ПРОГНОЗЕ ЛОВУШЕК УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОГУЛКИНСКОЙ ТОЛЩЕ АБАЛАКСКОЙ СВИТЫ ШАИМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Приводится краткая характеристика литологического состава абалакской свиты, представляемой двумя типами разреза. Основным по перспективам нефтегазоносности является разрез, связанный с отложениями вогулкинской толщи, включающей пласты группы П. Объекты характеризуются сложным строением, поэтому для детализации изучения продуктивного интервала разреза применялась безэталонная классификация волнового поля, полученная с использованием программы «Таксономия».

Результаты последующего бурения доказали эффективность использования данной методики и технологии для картирования ловушек углеводородов в пластах группы П.

Ключевые слова: вогулкинская толща, пласт П, абалакская свита, ловушка углеводородов, безэталонная классификация, программа «Таксономия», Шаимский нефтегазоносный район, Западная Сибирь.

Для цитирования: Смирнов О.А., Бородкин В.Н., Лукашов А.В., Зайцев А.Н., Зубков М.Ю. Характеристика методического подхода при прогнозе ловушек углеводородов в вогулкинской толще абалакской свиты Шаимского нефтегазоносного района Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2025. - Т.20. - №1. - https://www.ngtp.ru/rub/2025/7_2025.html EDN: JMHСIE

Введение

Отложения абалакской свиты в пределах изучаемой территории представлены двумя типами разреза: Шаимским и Потанайско-Убинским.

Шаимский тип разреза развит в юго-восточной части территории на площадях, расположенных на наиболее приподнятых участках Шаимского мегавала (Тетеревский вал – Семивидовское и Каюмовское локальные поднятия). В этом типе разреза основным продуктивным горизонтом являются прибрежно-морские верхнеюрские проницаемые отложения – пласт П вогулкинской толщи. Они представлены песчаниками и алевролитами с прослоями глин, гравелитов, конгломератов и известняков. Отмечаются редкие зерна

глауконита, линзочки угля, обломки фауны пелеципод и ростров белемнитов. Слоистость тонкая, линзовидно-волнистая, обусловленная углисто-глинистыми слоями. Песчано-алевритовые пласты приурочены к склонам локальных поднятий, в сводовых частях поднятий они выклиниваются, на погружении замещаются глинистыми разностями.

В Потанайско-Убинском типе разреза, который развит в более погруженных северо-западных территориях участка (группа Лумутинских, Западно-Каюмовских и др. локальных поднятий), абалакская свита представлена глинисто-алевритовыми и глинисто-карбонатными породами [Зубков, 2014]. И лишь в более приподнятых участках палеорельефа, в низах абалакской свиты обычно появляются песчано-алевритовые разности пород, которые могут быть промышленно нефтеносными [Зубков, 2019]. На площади они распространены на склонах палеоподнятий. В направлении к эрозионным выступам фундамента они постепенно выклиниваются, на погруженных замещаются алеврито-глинистыми и глинистыми разностями. Возраст разреза является более древним (келловей-нижний оксфорд) по сравнению с Шаимским типом разреза, где возраст продуктивного горизонта (пласт П) принят келловей-оксфорд-кимериджским.

Абалакская свита представлена глинами аргиллитоподобными, серыми и тёмно-серыми, тонкоотмучеными в разной степени глауконитовыми. В верхней части разреза отмечаются глинисто-карбонатные и септариевые конкреции. Толщина увеличивается от 20-30 до 100 м в погруженных частях зоны распространения абалакской свиты. В зонах примыкания отложений свиты к выступам фундамента выделяется вогулкинская толща, которая может залегать в низах свиты или занимать весь её стратиграфический объём. Пласты группы П, выделенные в её составе, являются основным продуктивным пластом в Шаимском нефтегазоносном районе (НГР). Разрезы, включающие вогулкинскую толщу, выделены в трёхозёрный подтип, приурочены к гребневой части Шаимского мегавала.

В пределах Каюмовского месторождения, в результате бурения и испытания скважин установлена нефтеносность продуктивных пластов:

- пласта П вогулкинской толщи абалакской свиты;
- пласта П₀, образованного прибрежно-морскими отложениями трёхозёрной пачки нижнемулымьинской подсвиты верхней юры;
- пласта КВ, приуроченного к разуплотнённым породам верхней части отложений доюрского комплекса.

В результате поисково-разведочного и эксплуатационного бурения в пределах Каюмовского месторождения открыты шесть залежей нефти пласта П (рис. 1): основная, западная, северо-западная и юго-восточная залежи, южный и северный блоки восточной залежи.

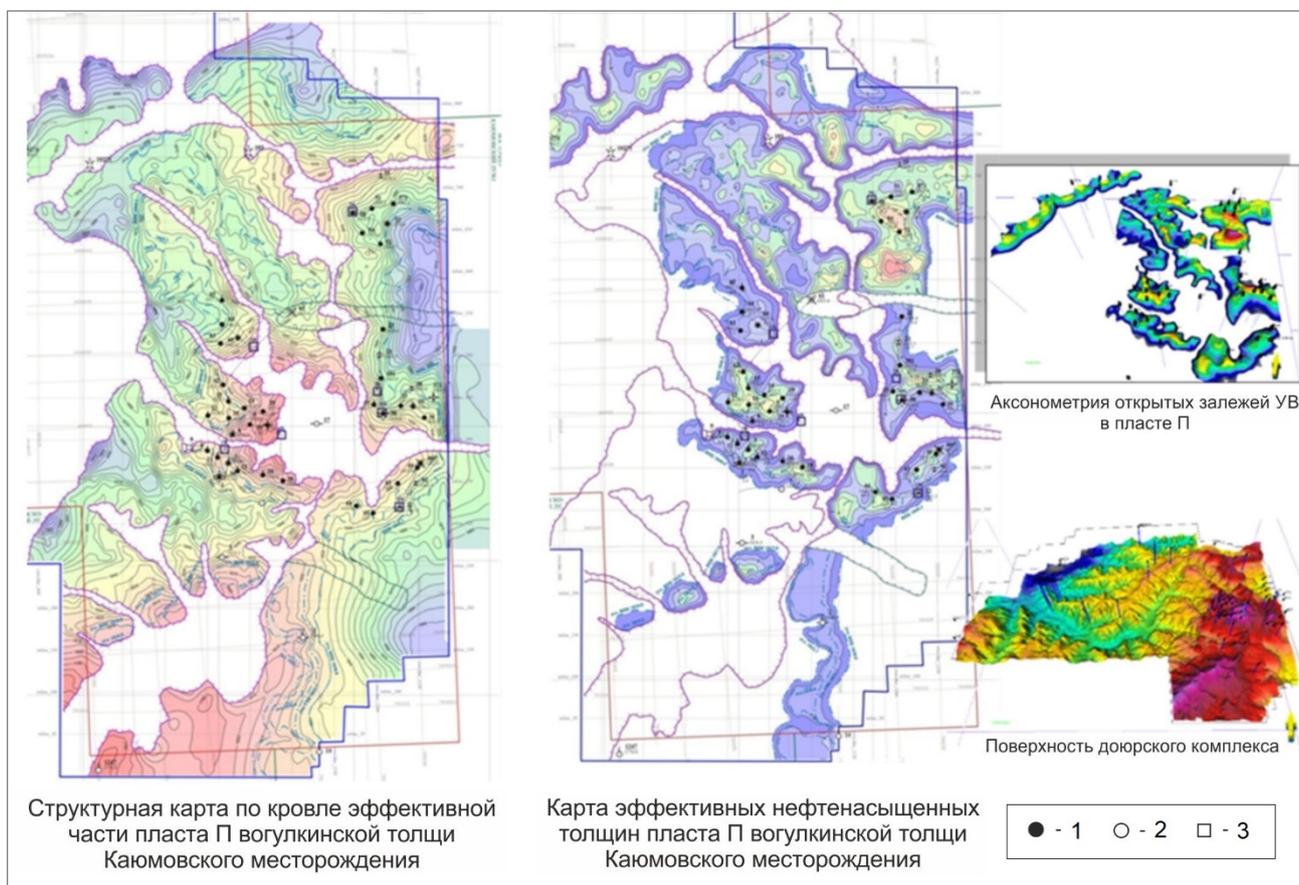


Рис. 1. Карты открытых залежей углеводородов на Каюмовском месторождении

1 - продуктивная эксплуатационная скважина, 2 - разведочная скважина, 3 - кустовая площадка.

Все они имеют разный уровень водонефтяного контакта, установленного бурением. Залежи относятся к структурно-литологическому типу и в плане ограничены линией выклинивания пласта П и уровнем принятого водонефтяного контакта.

Например, восточная залежь открыта в результате бурения поисковой скважины 30 по результатам комплексной интерпретации данных сейсморазведки 3D и бурения в 2010 г. Построена принципиально новая геологическая модель залежи, которая подтвердилась результатами бурения скв. 50Р и последующими эксплуатационными скважинами.

Методика выделения и оконтуривания ловушек углеводородов

Чрезвычайно высокая геологическая эффективность и успешность бурения стала возможной за счет применения и использования в работе по построению геологической модели и оконтуриванию залежей пласта вогулкинской толщи технологии безэталонной классификации [Смирнов, 2024].

Математические методы обработки информации широко используются при изучении особенностей строения и истории формирования терригенных коллекторов. Широкое применение получил такой метод анализа как безэталонная классификация - районирование

территории на однородные по своим геолого-геофизическим свойствам зоны, при отсутствии априорной информации о целевых объектах.

Широкий круг геологических задач может быть решен методами безэталонной многомерной классификации, представленными программами *Классификация* и *Таксономия*. В качестве исходных данных, в зависимости от постановки задачи, могут быть использованы кинематический или динамический набор атрибутов сейсмических данных. Результатом работы программ является получение карт, разрезов или кубов. Точки, принадлежащие одному классу, образуют в многомерном пространстве сейсмических атрибутов, выбранных в качестве входных данных, компактные области со сходной историей осадконакопления.

Перед авторами стояли задачи усовершенствовать методические подходы и адаптировать технологию безэталонной классификации сейсмических данных для изучения строения залежей углеводородов, представленных терригенным типом коллектора, что позволит повысить качество и надежность геологических моделей для подсчета запасов и выбора первоочередных участков для бурения. Решение геологических задач с помощью данной технологии позволяет добиться высокого уровня подтверждаемости прогнозирования распространения коллекторов.

С использованием сейсмических классов как в модификации 2D, так и 3D можно решать широкий класс задач в области нефтегазовой геологии и изучении резервуара (рис. 2).

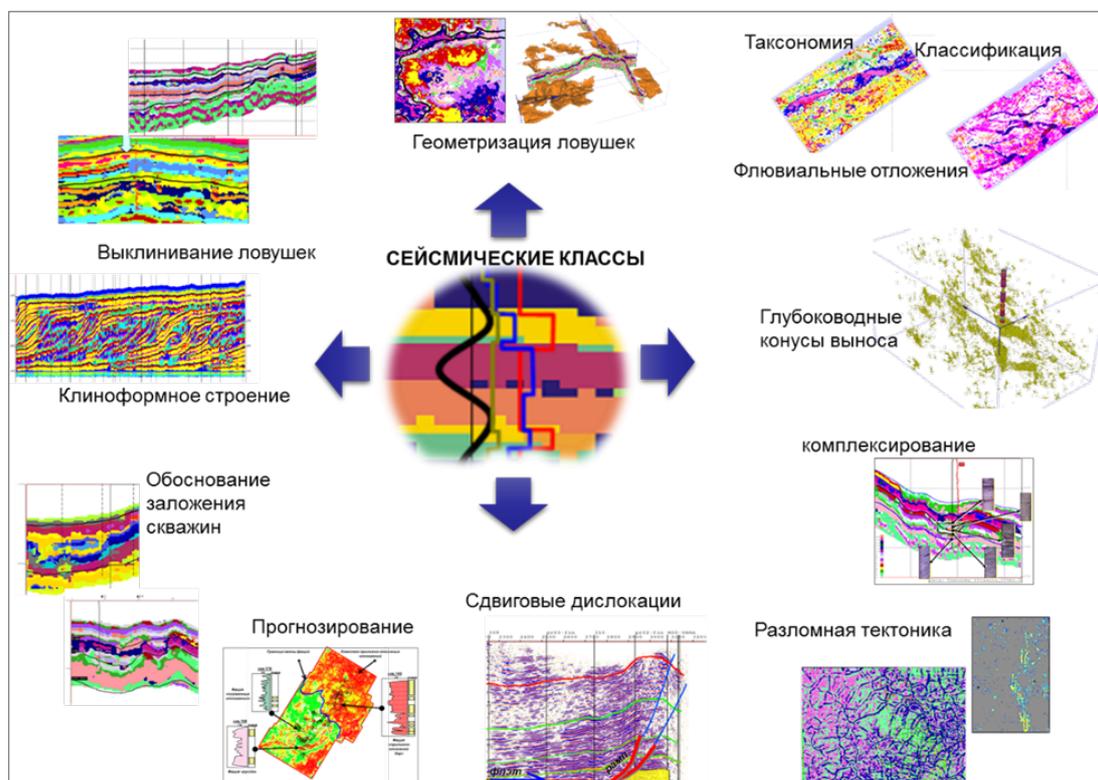


Рис. 2. Схема решения геологических задач по технологии безэталонной классификации для терригенных пород

Для уточнения строения Каюмовского месторождения использовался рассчитанный куб таксономии, для получения которого в качестве входных параметров по опыту работы выбраны: исходные сейсмические данные после когерентной фильтрации; разрезы преобразований Гильберта (мгновенных амплитуд и мгновенных частот); разрезы параметра косинуса фазы. Кубы таксономии рассчитаны в интервале ОГ Б₁ – ОГ F+40 мс с делением волновых полей на 15 таксонов с близкими динамическими параметрами.

Как пример успешной реализации данной технологии приводится реконструкция и обоснование границ сейсмо- и литофаций в приконтактной зоне фундамента с осадочным чехлом в районе скв. 30 (рис. 3).

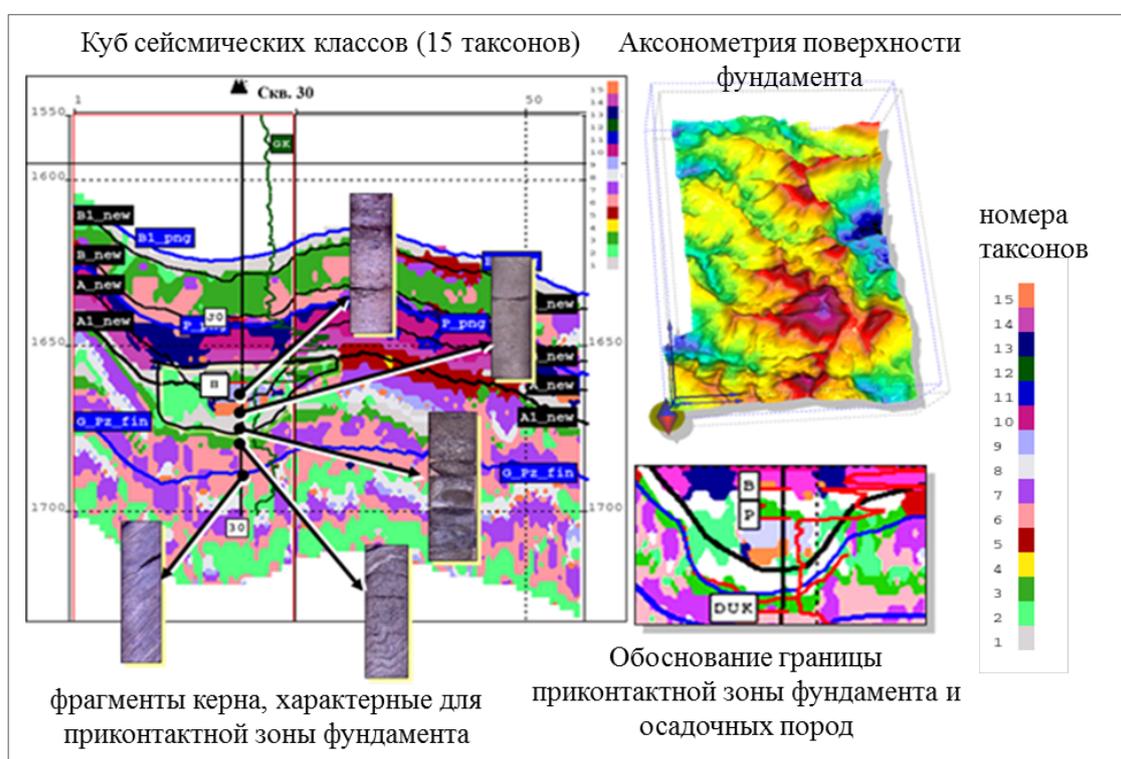


Рис. 3. Схема реконструкции и обоснование границ сейсмофаций и литофаций в приконтактной зоне фундамента с осадочным чехлом в районе скв. 30

Породы доюрского фундамента в скв. 30 представлены метаморфическим парасланцем графит-серицит-кварцевого состава, который с глубиной переходит в серицит-кварцевый. Структура, в основном, липидогранобластовая, текстура - от полосчатой до плейчатой. Группа классов 6, 7, 8 отождествляется с породами фундамента.

В основании терригенной вогулкинской толщи в скв. 30 залегает гравийно-галечный конгломерат светло-серого, зеленовато-серого цвета, слаботрещинчатый, плотный. Обломки пород (размером от 0,5 до 3-4 см) состоят из кварца молочно-белого цвета, глинистых сланцев темно-серого цвета, хлорит-серицитовых сланцев серо-зеленоватого цвета. Терригенные

пласты вогулкинской толщи включают в себя сейсмические классы 2, 9, 15.

В скв. 50 вскрыт пласт П с очень высокими ФЕС (рис. 4). Гравийно-галечный конгломерат (пласт П), включающий обломочный материал, представлен продуктами выветривания хлорит-серицитовых метаморфических сланцев, образовавшихся в результате низкотемпературного метаморфизма пелитовых (существенно глинистых) пород.

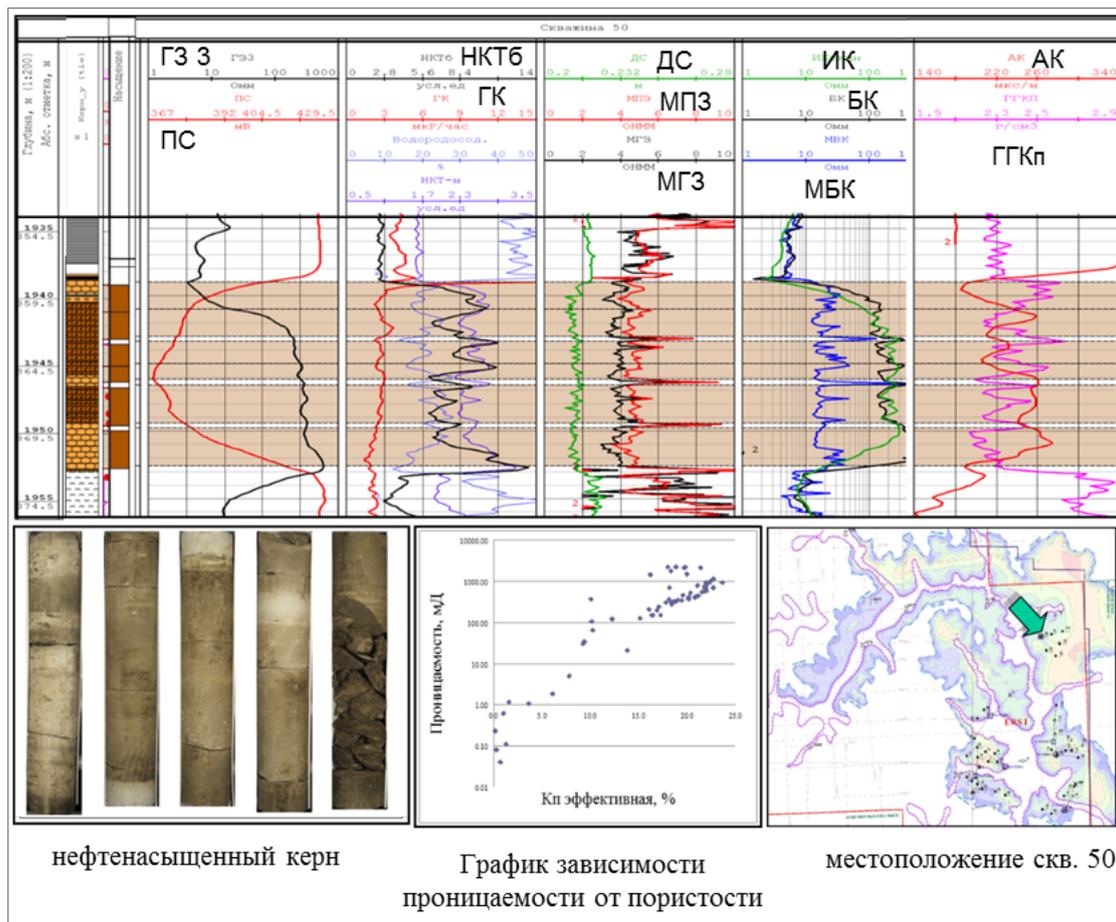


Рис. 4. Геолого-геофизическая характеристика коллектора залежи пласта П в районе скважины 50

Гравелиты по составу - полимиктовые, галечно-гравийные, плохо сцементированные. Обломки - полуокатанные, плохо сортированные. В основании пласта П залегают тонкослоистые, интенсивно трещиноватые, карбонатизированные слюдяные сланцы.

В 2013 г. при испытании скв. 10274 открыта новая высокодебитная залежь в песчаниках абалакской свиты (рис. 5).

Для детального изучения продуктивного интервала разреза применялась безэталонная классификация волнового поля, полученная с помощью программы «Таксономия». В изучаемом интервале совокупность таксонов образует семейство сейсмических классов, которые описывают искомый геологический объект. Сейсмические таксоны за счет

пространственной дискретности наилучшим образом подходят для задачи интерпретации и определения пространственных границ объектов – песчаных линзовидных тел.

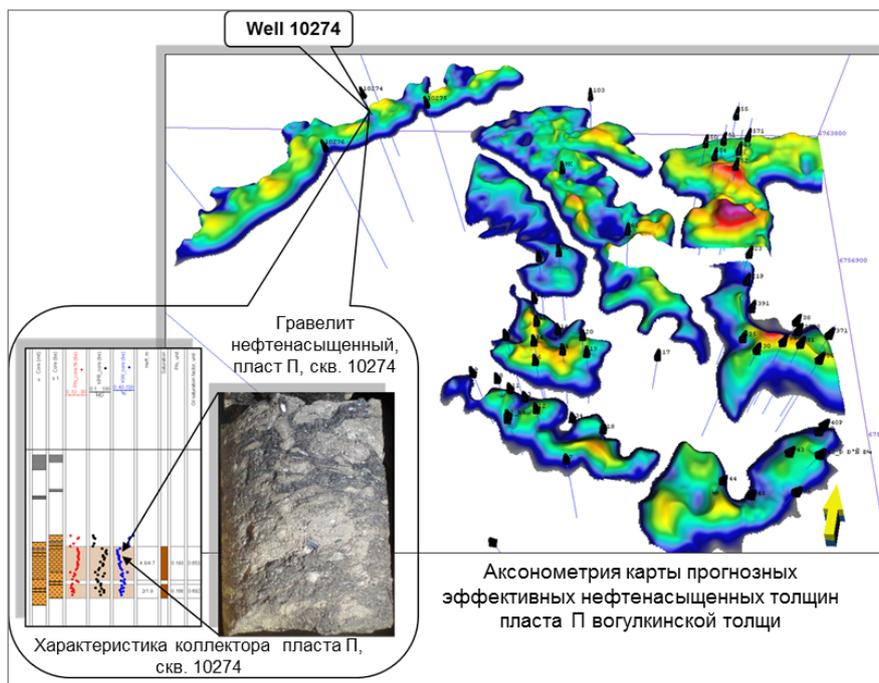


Рис. 5. Схема открытия новой залежи углеводородов в скв. 10274

Преимущество использования сейсмических классов для картирования границ распространения геологических тел демонстрируется на примере картирования выклинивания отложений тюменской свиты по данным разреза сейсмических классов (рис. 6).

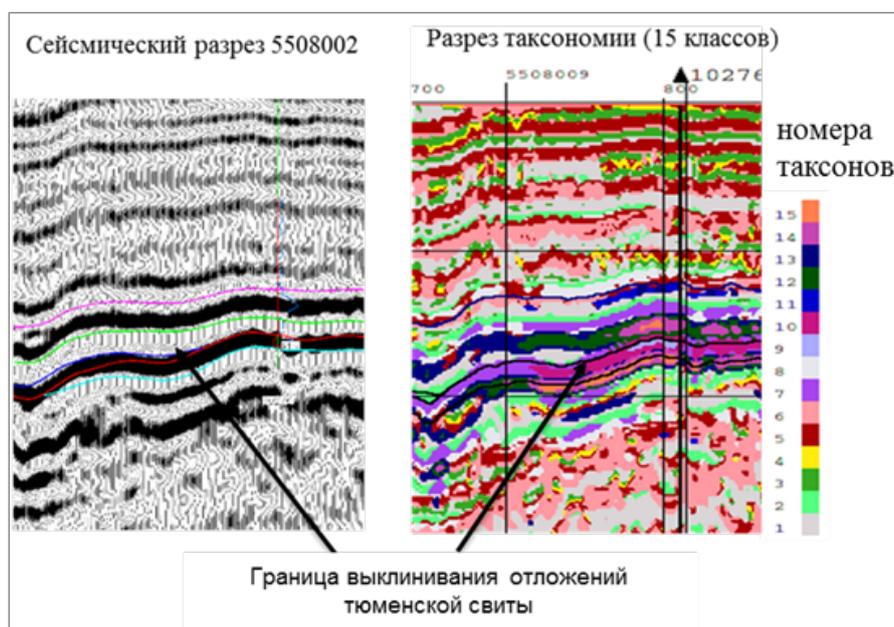


Рис. 6. Пример картирования выклинивания отложений тюменской свиты по данным разреза сейсмических классов

В качестве исходных данных для таксономии выбраны кубы 3D:

- исходный куб после когерентной фильтрации;
- преобразования Гильберта: мгновенных амплитуд и мгновенных частот;
- параметр косинуса фазы.

Разрезы таксономии рассчитаны в интервале ОГ Б₁ - ОГ Ф+40 мс с делением волновых полей на 15 таксонов с близкими динамическими параметрами.

Горизонтальные слайсы и разрез, выполненные по кубу таксономии, представлены на рис. 7. По разрезам и палеослайсам, выполненным по результатам таксономии, пространственно хорошо оконтуривается граница распространения терригенных отложений пласта П на Каюмовском месторождении.

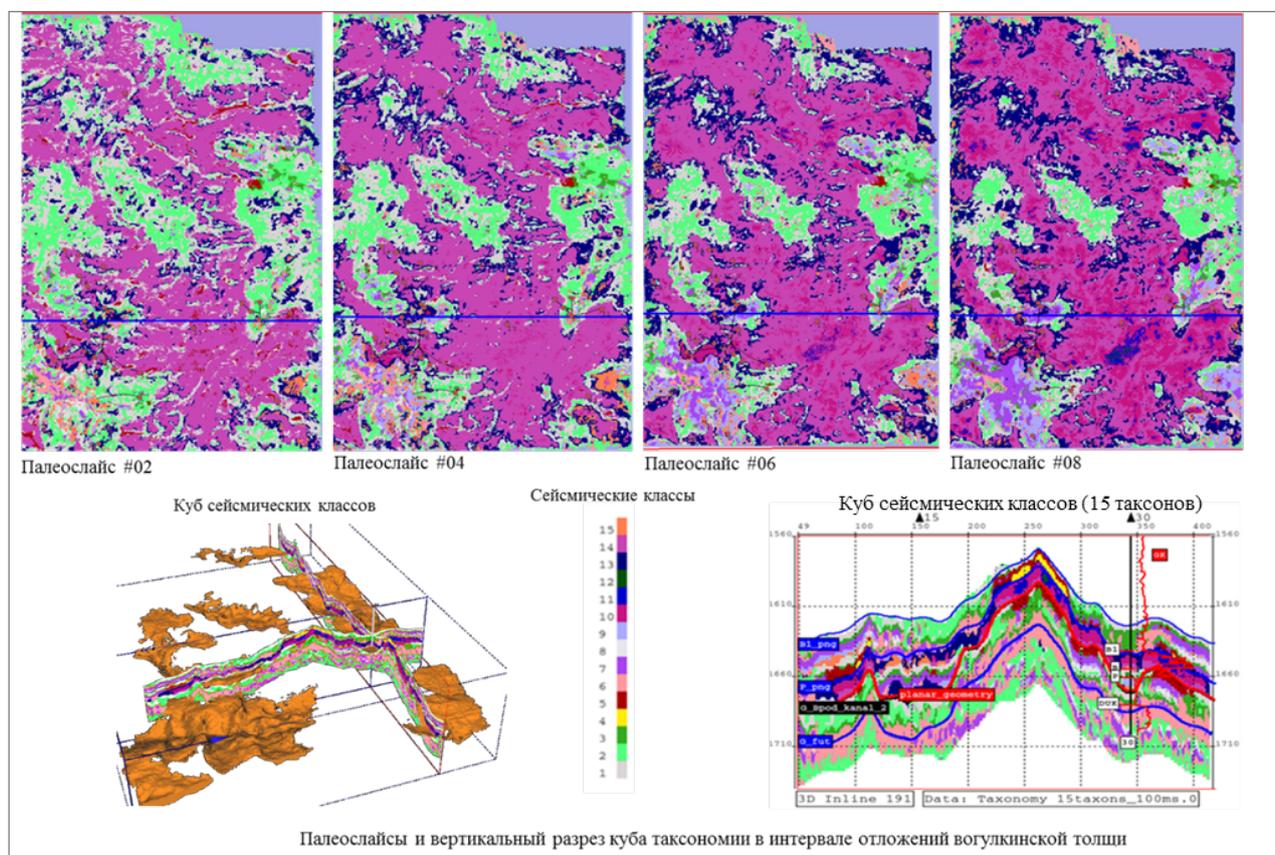


Рис. 7. Схема обоснования выделения ловушек по сейсмическим классам, отождествляемых с песчаниками вогулкинской толщи

Технология реализации методики распознавания и выделения границы распространения песчаных резервуаров представлена на примере построения геологической модели ловушки неструктурного типа пласта П абалакской свиты в районе скв. 50 (рис. 8). Необходимо отметить, что важнейшим этапом является выбор информативных признаков для построения куба таксономии.

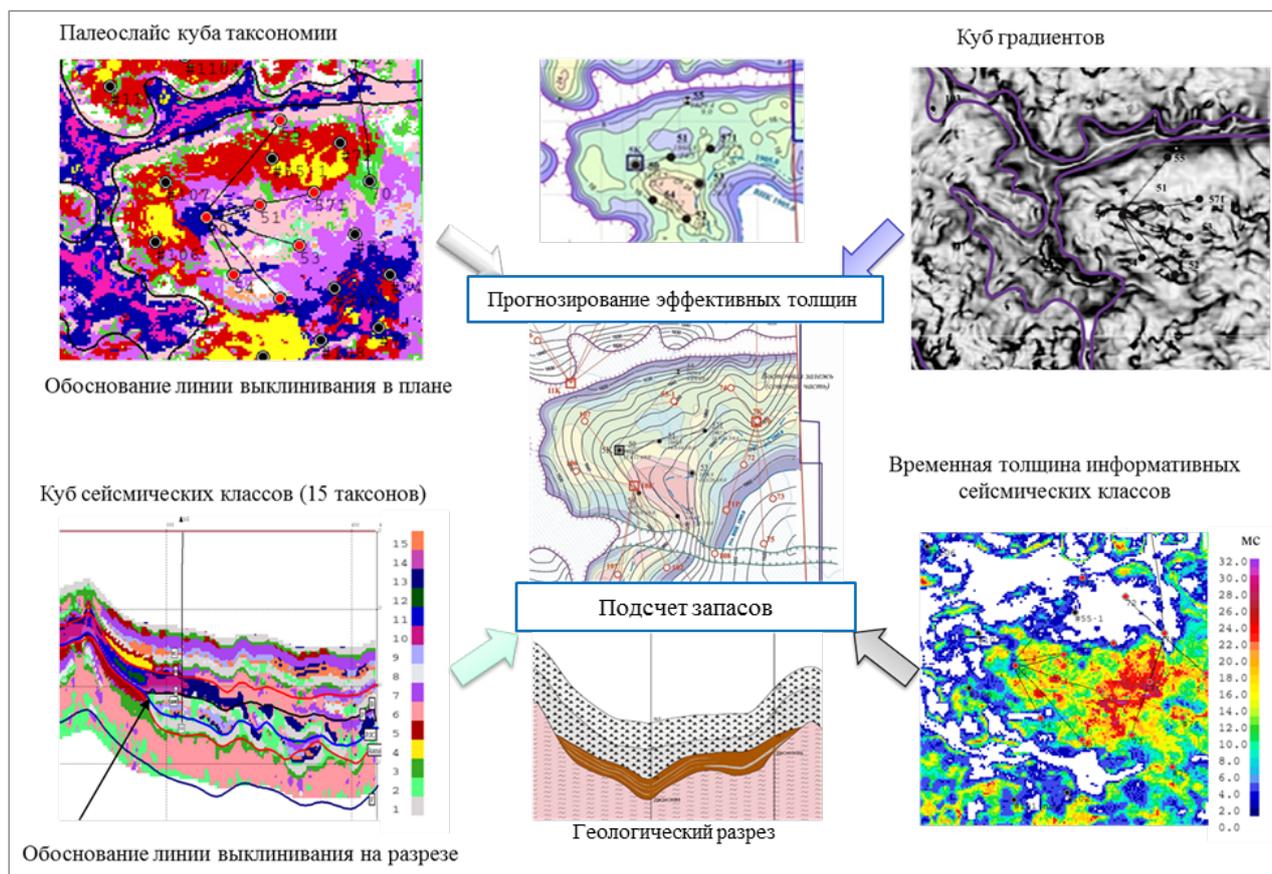


Рис. 8. Схема построения геологической модели ловушки неструктурного типа пласта II абалакской свиты в районе скважины 50

Авторами выявлена хорошая сходимость выделенных границ распространения прогнозируемых песчаных тел с последующими результатами бурения, испытания и эксплуатации скважин. Прогнозные ловушки подтвердились последующим поисково-разведочным и эксплуатационным бурением. Все точки заложения проектируемых скважин корректировались по кубу таксономии.

Таким образом, результаты последующего бурения доказали высокую эффективность использования данной методики и технологии для картирования, выделения и подготовки для бурения сложнопостроенных объектов пластов группы П на территории Шаимского НГР.

Литература

Зубков М.Ю. Коллекторы в бажено-абалакском комплексе Западной Сибири и способы их прогноза // Геология нефти и газа. - 2014. - № 5. - С. 58-72. EDN: [SXTHAN](#)

Зубков М.Ю. Типы коллекторов в бажено-абалакском комплексе Западной Сибири и их генезис // Геология нефти и газа. - 2019. - № 4. - С. 59-78. DOI: [10.31087/0016-7894-2019-4-59-78](#)

Смирнов О.А. Технология и методика комплексирования разномасштабных геолого-геофизических данных для прогнозирования нефтегазоносности недр на различных этапах геологоразведочных работ // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. - Тюмень: ТИУ, 2024. - 46 с. EDN: [HOOQQG](#)

This is an open access article under the CC BY 4.0 license

Received 06.11.2024

Published 24.02.2025

Smirnov O.A.

INGEOSERVIS LLC, Tyumen, Russia

Borodkin V.N.

West Siberian Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science, A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS; Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Lukashov A.V., Zaytsev A.N.

INGEOSERVIS LLC, Tyumen, Russia

Zubkov M.Yu.

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

CHARACTERISTICS OF THE METHODOLOGICAL APPROACH TO FORECASTING HYDROCARBON TRAPS IN THE VOGULKIN STRATA OF THE ABALAK FORMATION OF THE SHAIMSK PETROLEUM BEARING AREA OF WESTERN SIBERIA

A brief description of the lithological composition of the Abalak Formation, represented by two types of section, is given. The section associated with the Vogulkin strata, including the P group levels, is the main one in terms of oil and gas potential. The objects are characterized by a complex structure, therefore, to study the productive interval of the section in detail, a standard-free classification of the wave field was used, obtained using the Taxonomy program. The results of subsequent drilling have proven the effectiveness of using this method and technology for mapping hydrocarbon traps in the P-group levels.

Keywords: *Vogulkin strata, P-group levels, Abalak Formation, hydrocarbon trap, standard-free classification, Taxonomy program, Shaimsk petroleum bearing area, Western Siberia.*

For citation: Smirnov O.A., Borodkin V.N., Lukashov A.V., Zaytsev A.N., Zubkov M.Yu. Kharakteristika metodicheskogo podkhoda pri prognoze lovushek uglevodorodov v vogulkinskoy tolshche abalakskey svity Shaimskogo neftegazonosnogo rayona Zapadnoy Sibiri [Characteristics of the methodical approach to forecasting hydrocarbon traps in the Vogulkin strata of the Abalak Formation of the Shaimsk petroleum bearing area of Western Siberia]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2025, vol. 20, no. 1, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2025/7_2025.html EDN: JMHCE

References

Smirnov O.A. *Tekhnologiya i metodika kompleksirovaniya raznomasshtabnykh geologo-geofizicheskikh dannykh dlya prognozirovaniya neftegazonosnosti nedr na razlichnykh etapakh geologorazvedochnykh rabot* [Technology and methods for integrating multi-scale geological and geophysical data to forecast the oil and gas potential of the subsoil at various stages of geological exploration]. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni doktora geologo-mineralogicheskikh nauk. Tyumen': TIU, 2024, 46 p. (In Russ.). EDN: [HOOQQG](#)

Zubkov M.Yu. Kollektory v bazheno-abalakskom komplekse Zapadnoy Sibiri i sposoby ikh prognoza [Reservoirs in the Bazhenov-Abalak section of Western Siberia and methods for their forecasting]. *Geologiya nefi i gaza*, 2014, no. 5, pp. 58-72. (In Russ.). DOI: [10.31087/0016-7894-2019-4-59-78](https://doi.org/10.31087/0016-7894-2019-4-59-78)

Zubkov M.Yu. Tipy kollektorov v bazheno-abalakskom komplekse Zapadnoy Sibiri i ikh genesis [Types of reservoirs in the Bazhenov-Abalak section of Western Siberia and their genesis]. *Geologiya nefi i gaza*, 2019, no. 4, pp. 59-78. (In Russ.). EDN: [SXTAH](#)