

УДК 553.982.23

DOI: 10.18799/24131830/2025/2/4921

Шифр специальности ВАК: 1.6.9

Типизация сейсмогеологических комплексов доюрских отложений юго-востока Западной Сибири

А.А. Волкова✉

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

✉VolkovaAA@hw.tpu.ru

Аннотация. Актуальность. Неоднородность литологического состава (чередование карбонатных, эффузивных, глинисто-кремнистых и других пород), крутые углы падения пластов, соседство древних пород с гораздо более молодыми породами, следы тектонической активности и процессы метаморфизации затрудняют прогноз перспективных с точки зрения наличия углеводородов объектов доюрского комплекса отложений. **Объект.** Сейсмическое волновое поле доюрского комплекса отложений юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Томская и Новосибирская области). **Цель.** Проведение морфологического описания с последующей систематизацией образов сейсмического волнового поля литологически разнородных горных пород доюрского комплекса. **Методы.** Изучение поведения сейсмического волнового поля в различных геологических формациях доюрского комплекса отложений. Сейсмостратиграфический и сейсмоформационный анализ сейсмических временных разрезов. Обобщение и систематизация накопленных данных. Классификация различных типовых объектов доюрского комплекса по волновой картине. **Результаты и выводы.** Проведена типизация основных сейсмогеологических комплексов доюрских отложений юго-востока Западной Сибири (Томская и Новосибирская области). Рассмотренные критерии сейсмогеологической типизации рекомендуются к оценке и районированию сейсмического волнового поля объектов палеозоя по степени их перспективности. Наиболее ярко на сейсмической записи выделяются известняки, перекрытые корой выветривания, а также моноклиналильные и погруженные блоки органогенных известняков и доломитов. Наименее энергетически выражены выступы магматических пород. Выявлен дополнительный сейсмогеологический класс регулярной записи, отличающийся прогибанием центральной части блоков горизонтально-слоистых пород, что может быть характерно для терригенных отложений (вулканогенно-осадочных образований триаса), которые могут являться бесперспективными в отложениях доюрского комплекса на рассматриваемой территории. Предложены подходы для дальнейшего развития исследования.

Ключевые слова: палеозой, доюрский комплекс, сейсмическое волновое поле, амплитудная характеристика, сейсмический временной разрез, карбонатный коллектор, сейсмогеологический комплекс

Для цитирования: Волкова А.А. Типизация сейсмогеологических комплексов доюрских отложений юго-востока Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2025. – Т. 336. – № 2. – С. 151–158. DOI: 10.18799/24131830/2025/2/4921

UDC 553.982.23

DOI: 10.18799/24131830/2025/2/4921

Pre-Jurassic seismogeological complexes typification in the south-east of Western Siberia

A.A. Volkova✉

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

✉VolkovaAA@hw.tpu.ru

Abstract. Relevance. The heterogeneity of the lithological composition (alternation of carbonate, effusive, clay-siliceous and other rocks), steep angles of strata incidence, the neighborhood of ancient rocks with much younger rocks, tectonic activity

evidences and metamorphosis processes make it difficult to predict the objects of the Pre-Jurassic depositional complex that are promising from the point of view of the presence of hydrocarbons. **Object.** Seismic wavefield of the Pre-Jurassic complex of deposits in the southeastern part of the West Siberian oil and gas province (Tomsk and Novosibirsk regions). **Aim.** Carrying out a morphological description followed by systematization of images of the seismic wave field of lithologically heterogeneous rocks of the Pre-Jurassic complex. **Methods.** The study of the seismic wave field behavior in various geological formations of the Pre-Jurassic depositional complex. Seismic stratigraphy and seismic formation analysis of time seismic sections. Generalization and systematization of accumulated data. Classification of various typical objects of the Pre-Jurassic complex according to the wave pattern. **Results and conclusions.** The author has typified the main seismogeological complexes of the Pre-Jurassic deposits of the south-east of Western Siberia (Tomsk and Novosibirsk regions). The considered criteria of seismogeological typification are recommended for assessing and zoning the seismic wave field of Paleozoic objects according to their degree of prospects. The limestones overlain by weathering crust, as well as monocline and submerged blocks of organogenic limestones and dolomites stand out most vividly on the seismic record. The protrusions of igneous rocks are least energetically pronounced. An additional seismogeological class of regular recording was identified. It is characterized by the deflection of the central part of blocks of horizontally layered rocks. This may be characteristic of clastic deposits (volcanogenic sedimentary formations of the Triassic), which may be unpromising in the deposits of the Pre-Jurassic complex in the territory under consideration. The author proposed the approaches for further development of the study.

Keywords: Paleozoic, Pre-Jurassic complex, seismic wave field, amplitude characteristic, seismic time section, carbonate reservoir, seismogeological complex

For citation: Volkova A.A. Pre-Jurassic seismogeological complexes typification in the South-east of Western Siberia. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 2025, vol. 336, no. 2, pp. 151–158. DOI: 10.18799/24131830/2025/2/4921

Введение

Палеозойские отложения занимают обширную территорию Западной Сибири и распространяются за её пределы. Доюрский комплекс отложений, он же палеозой, впервые был отмечен как перспективный с точки зрения нефтегазоносности Западной Сибири в 1932 г. И.М. Губкиным. В 1970-х гг. в ходе изучения новых нефтегазовых месторождений в породах мезозоя А.А. Трофимук обозначил палеозойские отложения как «золотую подкладку» осадочного чехла [1, 2].

Несмотря на то, что в доюрском комплексе отложений сконцентрированы внушительные объёмы углеводородного сырья, ресурсы и запасы рассматриваемого комплекса существенно уступают обнаруженным в отложениях осадочного чехла мезозойского возраста. Следует отметить, что первые месторождения углеводородов в породах фундамента были найдены при более глубоком бурении на мезозойских месторождениях. «Случайно» были открыты более 50 месторождений в палеозое Западной Сибири. Сложность обнаружения нефтегазовых месторождений доюрского комплекса отложений связана главным образом с наличием ловушек неантиклинального типа. Распространены тектонически-экранированные, структурно-литологические и стратиграфические ловушки, которые могут находиться в моноклиналиях и погруженных депрессионных зонах. Считается, что залежи углеводородов могли сохраниться в районах, где развиты устойчивые срединные массивы, на которых герцинские процессы тектогенеза отразились наименьшим образом [3, 4]. Месторождения углеводородов были обнаружены как в коре вывет-

ривания глинисто-кремнистых выступов (Герасимовское, Останинское и др.), так и в кавернозно-трещиноватых карбонатах коренного палеозоя (Арчинское, Малоичское и др.) и даже в гранитах и кислых эффузивах (Чебачье и др.).

Доюрский комплекс отложений представлен блоками пород с разным литологическим составом и, соответственно, с различной акустической жёсткостью, что является предпосылкой для выявления сейсмогеологических критериев типовых объектов. Резкие границы блоков пород обусловлены тектоническими процессами и складчатостью. Только перспективные с точки зрения нефтегазоносности породы включают в себя три типа: карбонатные отложения коренного палеозоя (кавернозно-трещиноватые доломитизированные известняки); коры выветривания, развитые по кремнистым известнякам и кремнеаргиллитам; а также магматические породы эффузивного происхождения. Отдельно выделяются бесперспективные отложения, представленные как терригенными породами, в том числе среди них встречаются остаточные бокситы, так и магматическими породами интрузивного типа. Важно подчеркнуть, что отложения подвергались герцинской складчатости и раннетриасовому рифтогенезу, что повлияло на значительную метаморфизацию и негативно отражается на детализации сейсмогеологического прогноза.

Материалы и методы

Идея типизации волновой картины сейсмической записи не нова и берёт своё начало с учений о сейсмостратиграфии. Ещё Ч. Пейтон [5] выделял на 2Д сейсмических временных разрезах типовые ха-

рактеристики поведения волнового поля. В первую очередь выделяется тип границы осадочных комплексов, который отчётливо фиксируется на данных 2Д-сейсморазведки (несогласие/согласие/перерыв). Затем рассматривается морфология отраженных волн внутри осадочных комплексов, как по типу рисунка сейсмической записи (параллельные/субпараллельные/расходящиеся отражения, потеря сейсмической записи) и по второстепенным конфигурациям отражений (ровные/волнистые/бугристые/линзовидные/разрыв/смятие), так и по сейсмофациальным единицам – элементам клиноформ, заполнению осадками, карбонатным постройкам и сейсмофациям континентального склона [5].

Объёмная работа была проделана К. Марфуртом по типизации волновых характеристик на основе данных различных мировых нефтегазоносных провинций [6–9]. Основные усилия были направлены на создание рекомендаций по классификации сейсмических атрибутов для анализа различных сейсмогеологических комплексов. Классификация основана на визуальных признаках и на атрибутивных характеристиках. К визуальным признакам относятся внутренняя конфигурация отражений и наружные формы формаций. Атрибутивные характеристики следующие: текстура и амплитуда отражений, спектральный состав, когерентность, кривизна, углы падения и схождение отражений. В палеозойских отложениях Западной Сибири из рассмотренных К. Марфуртом сейсмогеологических комплексов можно выделить магматические и карбонатные. Но в связи с глубокими процессами метаморфизации доюрского комплекса в поведении сейсмического волнового поля происходят изменения, не учитываемые в классификациях.

А.А. Нежданов [10] выделяет шесть основных типов волновой картины доюрского комплекса западной части Западной Сибири. Важной особенностью рассмотренных в работе отложений является меньшая крутизна углов падения пластов, что вносит свою детализацию в классификационную схему, которая не проявляется в отложениях Чузикско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции в силу крутопадающих пластов, где углы падения достигают 80 градусов (Нюрольская впадина).

Типы волнового поля доюрского комплекса Западной Сибири по А.А. Нежданову следующие [10]:

- 1) отсутствие отражений: интрузивные массивы, внедрённые в терригенно-карбонатные и эффузивно-осадочные тела;
- 2) хаотические отражения с различными углами наклона и неупорядоченным положением осей синфазности: сильнодислоцированные метаморфические и изверженные породы;

- 3) бугристые и холмистые формы отражений: среднедислоцированные терригенные и терригенно-карбонатные палеозойские отложения, углы падения 10–20°;
- 4) куполовидное расположение отражений: эффузивно-осадочные и терригенно-карбонатные отложения палеозоя-триаса с куполовидными структурами, углы падения 5–10°;
- 5) наклонные параллельные и параллельно-волнистые отражения: среднедислоцированные терригенно-карбонатные образования палеозоя, углы падения до 30°;
- 6) параллельные и волнистые динамически выраженные отражения с протяжёнными и устойчивыми осями синфазности: слабодислоцированные эффузивно-осадочные, эффузивные и терригенно-карбонатные породы с незначительными углами падения.

Более детальная типизация основных сейсмогеологических комплексов по анализу 2Д сейсмических профилей на обширной территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции предлагается в работах В.А. Конторовича и его коллег [11–14]. Коллективом авторов выделяется регулярная, хаотическая и промежуточная картина сейсмического волнового поля. При этом внутри одного типа волновой картины могут наблюдаться различные значения амплитуд. Важно подчеркнуть, что помимо литологического состава, на вид записи и амплитуду также оказывает влияние степень метаморфизации и количество тектонических нарушений.

Детализация типов волнового поля доюрского комплекса Западной Сибири по В.А. Конторовичу и соавторам следующая:

- 1) хаотическая волновая картина:
 - очень слабая энергетика, без устойчивых отражений: магматические породы (эффузивы, граниты);
 - аномально-низкие амплитудно-энергетические характеристики: глинисто-кремнистые эрозионно-тектонические выступы;
 - сложная узловатая волновая картина (+ разломы): сланцы;
- 2) регулярная волновая картина:
 - аномально высокие амплитуды: известняки, перекрытые корой выветривания;
 - квазипараллельные юре относительно высокоамплитудные отражения: раннетриасовые эффузивы;
 - резко пониженные амплитудно-энергетические характеристики: коры выветривания (силикато-содержащие эрозионно-тектонические выступы);
- 3) промежуточная волновая картина:
 - повышенные значения амплитуд: блоки органических известняков и доломитов (погруженные);

- амплитуды между магматическими породами и сланцами: карбонаты;
- фоновые амплитуды или слегка пониженные: выступы доюрского основания без смены литологии (органогенные известняки и доломиты).

В целом выявленные исследователями закономерности типизации волновой картины сейсмических данных продолжают и дополняют друг друга. Ч. Пейтон, работая с низкокачественными старыми 2Д сейсмическими данными выделил обобщённые образы морфологии отражённых волн и некоторые из них связывал с геологическими объектами. К. Марфурт, работая на значительном количестве более современных сейсмических данных, разделил отражения по формам, характерным для типовых обстановок осадконакопления и их составляющих. А.А. Нежданов и В.А. Конторович с соавторами выявили характерные особенности волновой картины для конкретных литотипов доюрского комплекса, при этом в работах В.А. Конторовича производится детализация для более перспективных с точки зрения нефтегазоносности и изученных бурением областей юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Результаты исследования и их обсуждение

Типизация морфологии отражённых волн доюрского комплекса Западной Сибири по В.А. Конторовичу обобщена и систематизирована на рис. 1.

Все фрагменты сейсмических временных разрезов на рисунке заимствованы из работ [11–14]. Наблюдается, что для выделения литотипа верхней части палеозойских отложений следует принимать во внимание как тип рисунка сейсмической записи, так и амплитудную характеристику разреза. Неоднозначность выделения литотипов обуславливается тем, что доюрские отложения Западной Сибири были подвергнуты влиянию герцинской складчатости и раннетриасового рифтогенеза, вследствие чего являются в значительной степени метаморфизованными толщами в фундаменте осадочного чехла [1].

К регулярной волновой картине относятся породы, в меньшей степени подверженные метаморфическим изменениям в процессе формирования отложений доюрского комплекса. Известняки, перекрытые отложениями коры выветривания, характеризуются аномально высокими значениями сейсмических амплитуд, что связано с резким акустическим контрастом, главным образом на границе с юрскими отложениями. Раннетриасовым эффузивам свойственна слоистость и высокоамплитудные отражения, параллельные юре. Глинисто-кремнистые коры выветривания обладают резко пониженными значениями амплитуд в связи с тем, что обладают акустическими свойствами, близкими к вышележащим юрским отложениям.

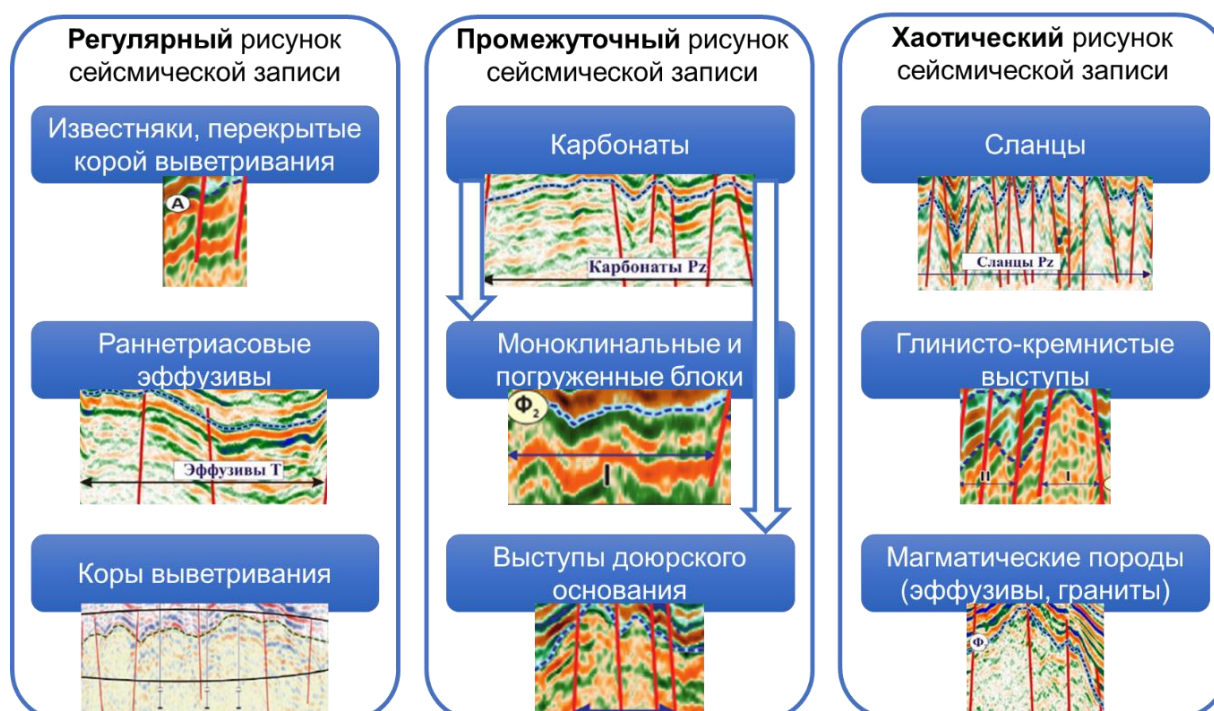


Рис. 1. Типизация основных сейсмогеологических комплексов доюрских отложений юго-востока Западной Сибири на основе работ В.А. Конторовича и его коллег [11–14]

Fig. 1. Typification of the main seismogeological complexes of the Pre-Jurassic deposits of the south-east of Western Siberia based on the work of V.A. Kontorovich and his colleagues [11–14]

В некоторых случаях отнесение сейсмической волновой картины к регулярной или хаотической является спорным вопросом, поэтому было принято решение выделить промежуточную группу, яркими представителями которой служат карбонатные отложения палеозоя. Важно подчеркнуть, что на выступах, представленных доломитами и органическими известняками, сейсмические волны склонны к рассеиванию за счёт шероховатости поверхности и практически полного отсутствия горизонтальных границ для отражения, следствием чего является низкая амплитуда сейсмической записи. Характерно, что для моноклинальных и погруженных карбонатных блоков свойственны повышенные амплитуды.

К хаотическому рисунку сейсмической записи преимущественно относятся эрозионно-тектонические выступы, а также сланцы. Сланцы проявляются в сейсмическом поле сложной узловатой волновой картиной, обычно разрез осложнён большим количеством тектонических нарушений. Глинисто-кремнистые выступы, так же как и коры выветривания, обладают аномально низкими ам-

плитудно-энергетическими характеристиками. У магматических пород палеозоя, представленных преимущественно эффузивами и гранитами, наблюдается очень слабая энергетика волнового поля, без устойчивых отражений.

Рассмотренные критерии сейсмогеологического районирования на типовых объектах палеозоя были применены на группе месторождений, расположенных в районе юго-западной части Усть-Тымского грабен-рифта, которые представляют собой наибольший интерес с точки зрения охвата различными типами горных пород. В качестве рассматриваемого объекта был выбран композитный разрез по трём 2Д сейсмическим профилям, на которых была проведена объектно-ориентированная переобработка сейсмических данных с целью подчёркивания отложений палеозоя и снижения влияния кратных волн от перекрывающих юрских отложений [15]. Следует отметить, что выбранный композитный профиль вскрыт двумя глубокими разведочными скважинами, а вблизи профиля расположены ещё три скважины (рис. 2).

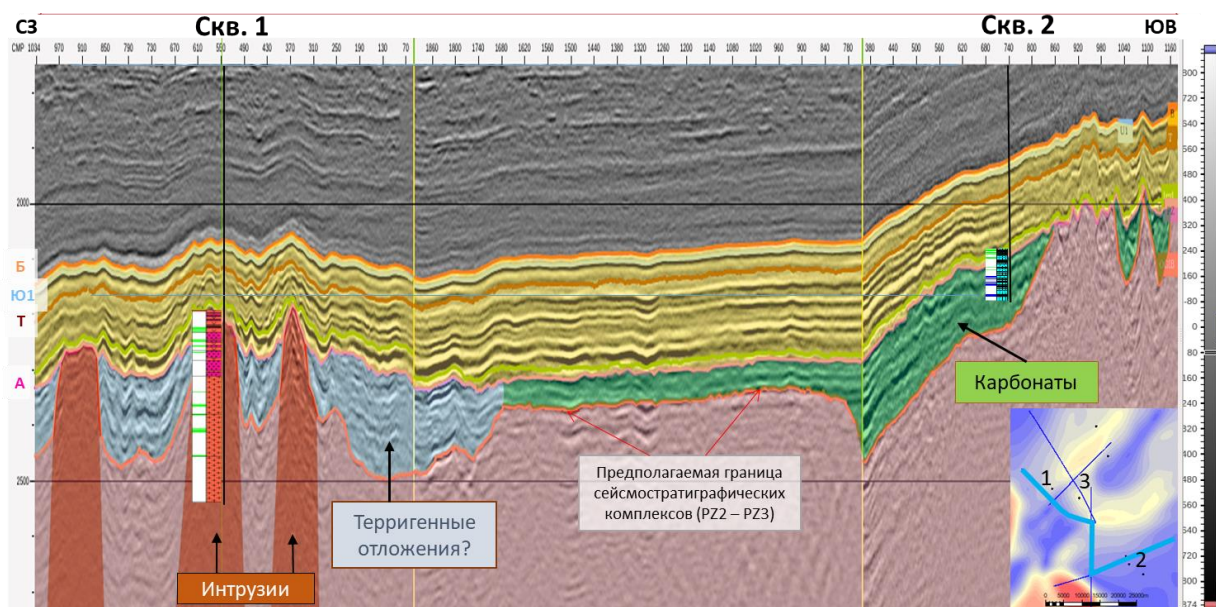


Рис. 2. Композитный временной сейсмический разрез по 2Д-профилям. Цветами на разрезе отмечены сейсмокомплексы и формации: жёлтый – юрские отложения, оранжевый – глубокий палеозой, зелёный – карбонатные формации, коричневый – интрузии, серый – предполагаемые терригенные отложения (новый тип сейсмической волновой картины). Справа показано положение разреза на карте аномального магнитного поля (нТл), где красным цветом обозначены высокие значения, синим – низкие. Цифрами отмечены скважины (реальные названия засекречены), две из которых находятся в непосредственной близости от композитного профиля. Тонкими синими линиями отмечены сейсмические профили, а жирной голубой линией выделен композитный профиль, сейсмический разрез по которому представлен на основной части рисунка [15]

Fig. 2. Composite seismic time section along 2D profiles. Seismic complexes and formations are marked with colors on the section: yellow – Jurassic deposits, orange – deep Paleozoic, green – carbonate formations, brown – intrusions, gray – supposed terrigenous deposits (a new type of seismic wave pattern). The position of the section on the map of the anomalous magnetic field (nT) is shown on the right, where red is high and blue is low. The numbers indicate wells (the real names are classified), two of which are located in the immediate vicinity of the composite profile. The seismic profiles are marked with thin blue lines, and the composite profile is highlighted with a bold blue line, along which the seismic section is shown in the main part of the figure [15]

По характеру сейсмической волновой картины выделяется как хаотическая, так и регулярная волновая картина. В соответствии с сейсмогеологическим районированием В.А. Конторовича, хаотическая запись с наибольшей вероятностью сформирована магматическими породами, а регулярная – моноклинальными и погруженными блоками. В северо-западной части разведочной Скважиной 1 было вскрыто интрузивное магматическое тело, а вблизи юго-восточного окончания профиля на геологической карте ЗапСибНИИГГ [16] выявлены выходы среднего палеозоя, также представленного магматическими породами. Скважина 2 вскрыла карбонатные отложения на юго-восточном участке профиля, которые соответствуют регулярной сейсмической записи с повышенной амплитудой. По сейсмогеологическому районированию это блоки моноклинальных и погруженных карбонатных пород.

В области выступов магматических пород наблюдаются зоны регулярной сейсмической записи, отличительной особенностью которой является прогибание, то есть непараллельность с увеличением времени от периферии к центральной части. Отнесение этих областей (выделены на рис. 2 серым цветом) к какому-либо сейсмогеологическому типу остаётся спорным вопросом, так как их поведение отличается от поведения погруженных карбонатных пород пониженными значениями амплитуд, и более выражено прогибание разреза, чем у раннетриасовых эффузивов. Вероятно, что в раннетриасовое время происходило заполнение пониженных зон магматических выступов терригенными отложениями, которым свойственен эффект дифференциального уплотнения. Необходимо подчеркнуть, что эти области характеризуются пониженными значениями гравитационного и магнитного полей, что свойственно для осадочных пород и исключает

заполнение эффузивными породами. Для уточнения рассматриваемого вопроса необходимо привлечение дополнительной скважинной информации.

Заключение

Рассмотренные критерии сейсмогеологической типизации рекомендуются к оценке и районированию сейсмического волнового поля объектов палеозоя по степени перспективности. Наиболее ярко на сейсмической записи выделяются известняки, перекрытые корой выветривания, а также моноклинальные и погруженные блоки органогенных известняков и доломитов. Наименее энергетически выражены выступы магматических пород. На основе проведенного морфологического описания и последующей систематизации выделяемых по литературным источникам образов сейсмической записи литологически разнородных пород фундамента выявлен дополнительный сейсмогеологический класс регулярной записи, отличающийся прогибанием центральной части блоков горизонтально-слоистых пород, что может быть характерно для терригенных отложений (вулканогенно-осадочных образований триаса), которые могут являться перспективными в отложениях доюрского комплекса на рассматриваемой территории.

Возможность развития рассмотренного подхода типизации пород доюрского комплекса по морфологии сейсмического волнового поля заключается в использовании данных современных 3Д сейсмических съёмок, а также в сопоставлении сейсмического разреза с конкретной литологией в пробуренных скважинах. Для уточнения строения слабоизученных территорий рекомендуется проведение сейсмогеологического моделирования на основе возможного литологического состава и сопоставления модельного поля с реальными сейсмическими данными [17–20].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конторович В.А., Калинина Л.М. Геологическое строение и нефтегазоносность палеозоя Западной Сибири, модели эталонных месторождений // Бурение и нефть. – 2019. – № 11. – С. 18–25.
2. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов, В.С. Сурков, А.А. Трофимук. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
3. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 143 с.
4. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.А. Иванов, А.Е. Ковешников, В.И. Краснов, Г.Н. Перозио // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 152–171.
5. Payton C.E. Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. – Tulsa, Oklahoma: American Association of Petroleum Geologists, 1977. – 516 p.
6. Marfurt J. Seismic attributes as the framework for data integration throughout the oilfield life cycle. – Tulsa, OK: Society of Exploration Geophysicists, 2018. – 494 p.
7. Chopra S., Marfurt K.J. Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization. – USA: Society of Exploration Geophysicists, 2007. – 481 p. DOI: 10.1190/1.9781560801900
8. Marfurt K.J. The shape of seismic interpretation // Seismic Imaging of Depositional and Geomorphic Systems / Eds. L.J. Wood, T.T. Simo, N.C. Rosen. – SEPM Society for Sedimentary Geology, 2010. – Vol. 30. – P. 241–294. DOI: 10.5724/gcs.10.30
9. Marfurt K.J. Seismic attributes as the framework for data integration throughout the lifespan of oil field. – Tulsa, OK, Society of Exploration Geophysics Distinguished Instructor Series, 2018. – 508 p.

10. Нежданов А.А. Геологическая интерпретация сейсморазведочных данных. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2017. – 171 с.
11. Petroleum prospects of the West Siberian Palaeozoic, geoseismic models of reference fields / V.A. Kontorovich, L.M. Kalinina, A.Yu. Kalinin, M.V. Solov'yev // Oil and gas geology = Geologiya nef'ti i gaza. – 2018. – № 4. – P. 5–15.
12. Сейсмогеологические модели палеозойских комплексов и нефтегазоперспективных объектов юго-востока Западной Сибири (Новосибирская область) / В.А. Конторович, Л.М. Калинина, А.Ю. Калинин, К.И. Канакова, М.В. Соловьев // Технологии сейсморазведки. – 2013. – № 9 (53). – С. 1689–1699.
13. Разномасштабные геологические модели, сейсмогеологические критерии прогноза и нефтегазоносность палеозойских отложений Западной Сибири / В.А. Конторович, Л.М. Калинина, А.Ю. Калинин, М.В. Соловьев, К.И. Канакова // ГеоЕвразия 2018. Современные методы изучения и освоения недр Евразии. – М., 2018. – С. 221–224.
14. Нефтегазоперспективные объекты палеозоя Западной Сибири, сейсмогеологические модели эталонных месторождений / В.А. Конторович, Л.М. Калинина, А.Ю. Калинин, М.В. Соловьев // Геология нефти и газа. – 2018. – № 4. – С. 5–15.
15. Комплексирование гравимангниторазведочных и сейсмических данных с целью уточнения геологического строения отложений доюрского комплекса / А. Волкова, Ф.Ф. Зеленяк, Ф.Р. Грабовская, В.П. Меркулов // ГеоБайкал 2020: 6-я науч.-практ. конф. – Иркутск, 5–9 октября 2020. – М.: ООО "ЕАГЕ ГЕОМОДЕЛЬ", 2020. – С. 18. DOI: 10.3997/2214-4609.202052035.
16. «ЗапСибНИИГТ»: итоговый геологический отчет. Создание геолого-геофизических моделей доюрского основания Западной Сибири с целью выявления новых нефтегазоперспективных объектов на основе инновационных технологий обработки и интерпретации геолого-геофизических данных. – 2016.
17. Белозёров В.Б., Волкова А.А. Роль сейсмогеологического моделирования в атрибутивном анализе данных сейсморазведки на примере прогноза толщин пласта ЮЗт месторождения нефти юго-западного Казахстана // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335. – № 8. – С. 241–249. DOI: 10.18799/24131830/2024/8/4819.
18. Tomassi A., Milli S., Tentori D. Synthetic seismic forward modeling of a high-frequency depositional sequence: The example of the Tiber depositional sequence (Central Italy) // Marine and Petroleum Geology. – 2024. – Vol. 160. – P. 106624.
19. Willacy C., Dooley T.P. Seismic modeling using pseudo-impedance derived from physical models // The leading edge. – 2024. – Vol. 43 (7). – P. 444–452. DOI: 10.1190/tle43070444.1
20. Seismic forward modeling for investigating and interpreting thin beds in a carbonate reservoir in SW Iran / M.S. Mirkamali, A. Javaherian, H. Hassani, M.R. Saberi // Exploration Geophysics. – 2023. – P. 1–24. DOI: 10.1080/08123985.2023.2212697

Информация об авторах

Александра Александровна Волкова, инженер лаборатории геологии месторождений нефти и газа, старший преподаватель отделения нефтегазового дела, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30. VolkovaAA@hw.tpu.ru. <https://orcid.org/0000-0002-6980-8759>

Поступила в редакцию: 06.12.2024

Поступила после рецензирования: 16.01.2025

Принята к публикации: 03.02.2025

REFERENCES

1. Kontorovich V.A., Kalinina L.M. Geological structure and oil and gas potential of the Paleozoic of Western Siberia, models of reference deposits. *Drilling and oil*, 2019, no. 11, pp. 18–25. (In Russ.)
2. *Geology of oil and gas in Western Siberia*. Eds. A.E. Kontorovich, I.I. Nesterov, F.K. Salmanov, A.A. Trofimuk. Moscow, Nedra Publ., 1975. 680 p. (In Russ.)
3. Surkov V.S., Zhero O.G. *Foundation and development of the platform cover of the West Siberian Plate*. Moscow, Nedra Publ., 1981. 143 p. (In Russ.)
4. Kontorovich A.E., Ivanov I.A., Koveshnikov A.E., Krasnov V.I., Perozio G.N. Geological conditions of oil and gas potential in the upper part of the Paleozoic section of Western Siberia. *Theoretical and regional problems of oil and gas geology*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1991. pp. 152–171. (In Russ.)
5. Payton C.E. *Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration*. Tulsa, Oklahoma, American Association of Petroleum Geologists, 1977. 516 p.
6. Marfurt J. *Seismic attributes as the framework for data integration throughout the oilfield life cycle*. Tulsa, OK, Society of Exploration Geophysicists, 2018. 494 p.
7. Chopra S., Marfurt K.J. *Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization*. USA, Society of Exploration Geophysicists, 2007. 481 p. DOI: 10.1190/1.9781560801900.
8. Marfurt K.J. The shape of seismic interpretation. *Seismic Imaging of Depositional and Geomorphic Systems*. Eds. L.J. Wood, T.T. Simo, N.C. Rosen. SEPM Society for Sedimentary Geology, 2010. vol. 30, pp. 241–294. DOI: 10.5724/gcs.10.30.
9. Marfurt K.J. *Seismic attributes as the framework for data integration throughout the lifespan of oil field*. Tulsa, OK, Society of Exploration Geophysics Distinguished Instructor Series, 2018. 508 p.
10. Nezhdanov A.A. *Geological interpretation of seismic data*. Tyumen, Tyumen Industrial University Publ., 2017. 171 p. (In Russ.)
11. Kontorovich V.A., Kalinina L.M., Kalinin A.Yu., Solov'yev M.V. Petroleum prospects of the West Siberian Palaeozoic, geoseismic models of reference fields. *Oil and gas geology = Geologiya nef'ti i gaza*, 2018, no. 4, pp. 5–15.

12. Kontorovich V.A., Kalinina L.M., Kalinin A.Yu., Kanakova K.I., Solovev M.V. Seismogeological models of Paleozoic complexes and oil and gas prospective objects in the South-east of Western Siberia (Novosibirsk region). *Seismic exploration technologies*, 2013, no. 9 (53), pp. 1689–1699. (In Russ.)
13. Kontorovich V.A., Kalinina L.M., Kalinin A.Yu., Solovev M.V., Kanakova K.I. Multi-scale geological models, seismogeological prediction criteria, and oil and gas potential of Paleozoic deposits in Western Siberia. *GeoEvrasiya*. Moscow, 2018. pp. 221–224. (In Russ.)
14. Kontorovich V.A., Kalinina L.M., Kalinin A.Yu., Solovev M.V. Oil and gas prospective objects of the Paleozoic of Western Siberia, seismogeological models of reference deposits. *Oil and gas geology*, 2018, no. 4, pp. 5–15. (In Russ.)
15. Volkova A., Zeleznyak F.F., Grabovskaya F.R., Merkulov V.P. Integration of gravity, magnetic and seismic data to clarify the geological structure of the Pre-Jurassic complex deposits. *GeoBaikal 2020, 6th scientific and practical conference*. Irkutsk, 5–9 October 2020. Moscow, EAGE Geomodel Publ., 2020. pp. 18. (In Russ.) DOI: 10.3997/2214-4609.202052035.
16. «ZapSibNIIGG»: the final geological report. Creation of geological and geophysical models of the pre-Jurassic foundation of Western Siberia in order to identify new oil and gas promising objects based on innovative technologies for processing and interpreting geological and geophysical data. 2016. (In Russ.)
17. Belozyorov V.B., Volkova A. Role of seismogeological modeling in the attribute analysis of seismic data using the example of the forecast of the thickness of the Yu3t formation of the southwestern Kazakhstan oil field. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 2024, vol. 335, no. 8, pp. 241–249. DOI: 10.18799/24131830/2024/8/4819 (In Russ.)
18. Tomassi A., Milli S., Tentori D. Synthetic seismic forward modeling of a high-frequency depositional sequence: the example of the Tiber depositional sequence (Central Italy). *Marine and Petroleum Geology*, 2024, vol. 160, p. 106624
19. Willacy C., Dooley T.P. Seismic modeling using pseudo-impedance derived from physical models. *The leading edge*, 2024, vol. 43, no. 7, pp. 444–452. DOI: 10.1190/tle43070444.1
20. Mirkamali M.S., Javaherian A., Hassani H., Saberi M.R. Seismic forward modeling for investigating and interpreting thin beds in a carbonate reservoir in SW Iran. *Exploration Geophysics*, 2023, pp. 1–24. DOI: 10.1080/08123985.2023.2212697

Information about the authors

Aleksandra A. Volkova, Engineer, Senior Lecturer, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation. VolkovaAA@hw.tpu.ru. <https://orcid.org/0000-0002-6980-8759>

Received: 06.12.2024

Revised: 16.01.2025

Accepted: 03.02.2025