

Особенности гидрогеологической стратификации нефтегазоносных отложений западной части Енисей-Хатангского бассейна

Д. А. Новиков^{1, 2*}, Е. В. Борисов¹

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Россия

²Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
г. Новосибирск, Россия

*e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Приводятся результаты исследований по стратифицированию гидрогеологического разреза западных районов Енисей-Хатангского бассейна, расположенного в арктической зоне Сибири. В изученном районе установлено развитие двух водоносных этажей, в составе которых выделены палеозойский нерасчлененный, триасовый, нижнесреднеюрский, верхнеюрский, неокомский, апт-альб-сеноманский, верхнемеловой и палеоген-четвертичный водоносные комплексы. Выявлено распространение по площади одиннадцати водоносных и одиннадцати водоупорных горизонтов. Выделенные гидрогеологические подразделения распространены не повсеместно, что связано с эволюцией осадочного бассейна. Значительная часть горизонтов выпадает из гидрогеологического разреза вследствие размыва в пределах Мессояхской наклонной гряды или выклинивания в прибортовых частях прогиба.

Ключевые слова: гидрогеологическая стратификация разреза; водоносный комплекс; водоносный горизонт; фильтрационно-емкостные свойства; Енисей-Хатангский бассейн

Features of the hydrogeological stratification of oil and gas bearing deposits in the western part of the Yenisei-Khatanga basin

Dmitry A. Novikov^{1, 2*}, Evgeny V. Borisov¹

¹Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian
Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

*e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

Abstract. The article presents results and findings of the research into stratification of the hydrogeological section of western areas of the Yenisei-Khatanga basin localized in the Siberian Arctic zone. The identified two hydrogeological structural stages in the study area include the Paleozoic (undivided), Triassic, Lower-Middle Jurassic, Upper Jurassic, Neocomian, Aptian-Albian-Cenomanian, Upper Cretaceous and Paleogene-Quaternary water-bearing complexes. There have been recognized as many as eleven aquifers and eleven confining beds formed within the area where the established hydrogeological units are found not ubiquitously distributed, which is associated with the sedimentary basin evolution. A considera-

ble part of the horizons have failed to be included in the hydrogeological section either due to the erosion processes within the Messoyakha inclined ridge or their pinching out in the borders of the basin.

Key words: hydrogeological stratification of the section; water-bearing complex; aquifer; reservoir properties; the Yenisei-Khatanga basin

Введение

В данной работе впервые представлены результаты исследований по гидрогеологическому стратифицированию осадочного чехла западных районов Енисей-Хатангского бассейна (ЕХБ), расположенного в арктической зоне Сибири, в соответствии с последними рекомендациями Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Исследования, направленные на разработку теоретических основ гидрогеологической стратификации осадочных бассейнов, отражены в многочисленных работах М. С. Гуревича, И. К. Зайцева, Н. К. Игнатовича, Г. Н. Каменского, А. А. Карцева, К. Кейльгака, В. А. Кирюхина, П. П. Климентова, В. Н. Корценштейна, Н. М. Кругликова, Е. В. Пиннекера, О. В. Равдоникас, Ф. П. Саваренского, Ю. К. Смоленцева, Б. П. Ставицкого, Н. И. Толстихина и других исследователей.

На протяжении многих лет М. С. Гуревичем, Б. Ф. Маврицким, В. Ф. Ковелевым, Н. М. Кругликовым, В. А. Нуднером, А. Д. Назаровым, В. М. Матусевичем, А. А. Розиным, В. В. Нелюбиным и др. проводились работы по обоснованию основных принципов, критериев, методов и приемов расчленения водонапорной системы Западно-Сибирского артезианского бассейна (ЗСАБ) на составляющие элементы. В разные годы ими были предложены стратификационные схемы, отражающие методическую часть и специфику гидрогеологического строения отдельных регионов [1–23]. Одним из них является ЕХБ, под которым авторами рассматривается западная часть одноименного прогиба и прилегающие территории Мессояхской наклонной гряды (рис. 1).

Материалы и методы

Согласно современной терминологии, при расчленении геологического разреза выделяются следующие основные гидрогеологические подразделения: водоносный пласт, водоносный/водоупорный горизонт, гидрогеологический (водоносный/водоупорный) комплекс и гидрогеологический этаж. Наиболее мелкой таксономической единицей являются водоносные пласт и горизонт [24–28].

Первые схемы гидрогеологической стратификации ЗСАБ были составлены в 1950-х гг. под редакцией М. С. Гуревича, Б. Ф. Маврицкого, Н. М. Кругликова и др. На них были отображены границы водоносных и водоупорных комплексов. Как показывает их сравнительный анализ, основной целью гидрогеологической стратификации являлось отражение цикличности осадконакопления (формирования водовмещающих/водоупорных пород) в разных масштабах ее проявления. По мере накопления геологического материала детальность проводимой гидрогеологической стратификации значительно увеличивалась. В настоящее время, имея обширные материалы по стратиграфии и литологии, с использованием данных интерпретации геофизических исследований и керн типовых скважин стало возможным проведение гидрогеологической стратификации геологических структур и их частей с высокой детальностью. Общие закономерности гидрогеологического расчленения разреза были выполнены ранее в Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН) [23, 29–31].

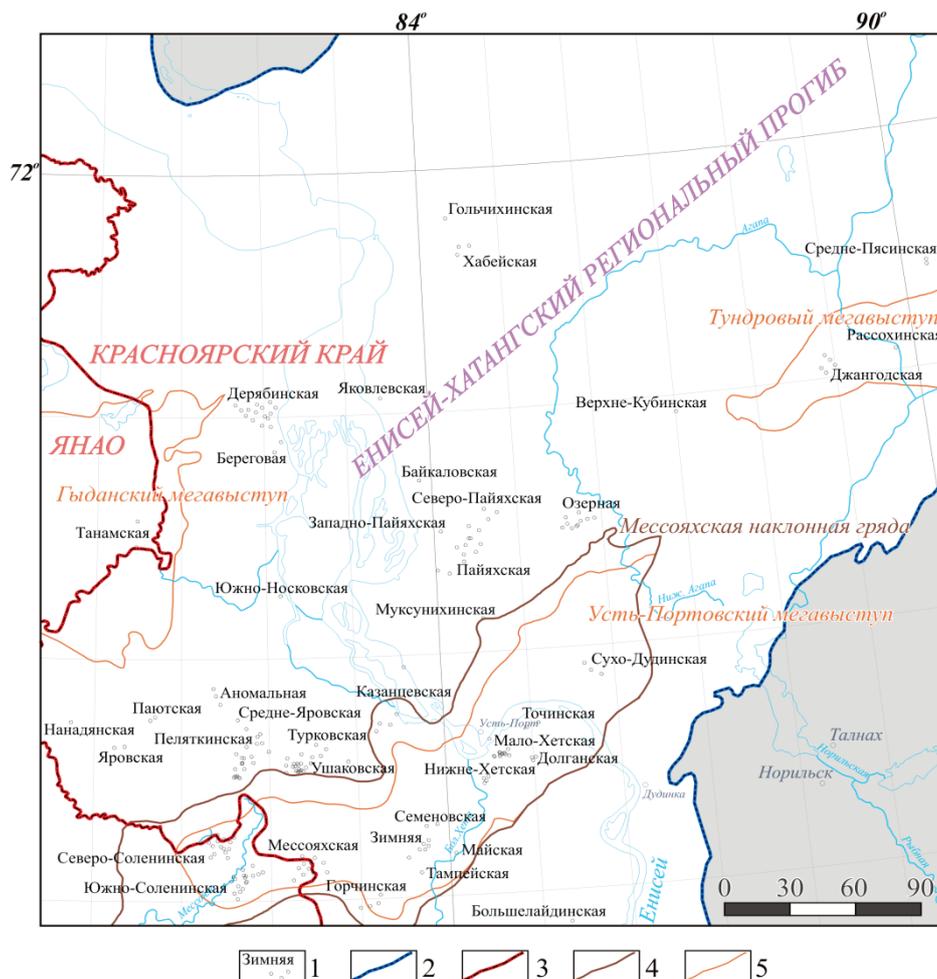


Рис. 1. Обзорная карта района исследования: 1 — глубокие скважины; границы: 2 — мезозойского осадочного чехла, 3 — административные, 4 — положительных надпорядковых тектонических элементов, 5 — тектонических элементов первого порядка

Для расчленения гидрогеологического разреза ЕХБ был привлечен комплекс каротажных диаграмм по более чем 200 скважинам. В качестве основных методов геофизических исследований скважин (ГИС) были использованы стандартный и радиоактивный каротажи; вспомогательными методами послужили кавернометрия, а также индукционный и акустический каротаж. При описании литологического состава и фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород были использованы данные по 45 скважинам, включающие более 2 500 определений пористости и более 1 800 определений проницаемости образцов керн, выполненных в ИНГГ СО РАН.

Результаты и их обсуждение

В ЗСАБ региональные водоупорные толщи делят разрез на два водоносных этажа: нижний — нерасчлененные образования палеозойского фундамента, триасовые, юрские и меловые отложения; верхний — верхнемеловые и палеоген-четвертичные отложения (рис. 2). Каждый водоносный этаж подразделяется на отдельные водоносные комплексы.

Водоносный этаж	Индекс	Водоносный ярус	Водоносный комплекс	Индекс	Горизонт	Свита	Индекс					
Верхний	1(K ₁ -Q)	кайнозойский (KZ)	палеоген-четвертичный	8(P-Q)	полигенетический водоносный горизонт	—	2(P ₁ -Q)					
					кампан-маастрихтский водоносный	танамская K ₂ (tn)	2(K ₂ cp ₂ -K ₂ m)					
Нижний	9(PZ-MZ)	мезозойский (MZ)	верхнемеловой	8(K ₂)	нижнекампанский относительно водоупорный	салпадаяхинская K ₂ (spd)	3(K ₂ cp ₁)					
					среднетуронско-сантонский водоносный	насоновская K ₂ (ns)	2(K ₂ t ₂ -K ₂ st)					
					верхнесеноманско-туронский водоупорный	дорожковская K ₂ (drzh)	4(K ₂ s ₁ -K ₂ t ₁)					
					среднеальбско-сеноманский водоносный	долганская K ₂ (dlg)	2(K ₂ al ₁ -K ₂ s ₂)					
					среднеаптско-альбский водоупорный	яковлевская K ₂ (jak)	4(K ₂ a ₂ -K ₂ al ₂)					
					берриаско-нижнеаптский водоносный	K ₂ (nch-sd-mch)	2(K ₂ b-K ₂ 2a ₁)					
					кимериджско-нижнеаптский водоупорный	яновстанская (J ₃ lv)	4(J ₃ km-K ₂ b ₁)					
					оксфордский водоносный	ситовская (J ₃ sg)		2(J ₃ o)				
								верхнеюрский	8(J ₁)	келловенский водоупорный	топчинская (J ₁ tch)	4(J ₁ c)
										верхнебайосско-батский водоносный	малышевская (J ₁ ml)	2(J ₁ b ₂ -J ₁ bt)
верхнебайосский водоупорный	леонтьевская (J ₁ ln)	4(J ₁ b ₂)										
нижнебайосский водоносный	вымская (J ₁ wm)	2(J ₁ b ₁)										
ааленский водоупорный	лайдинская (J ₁ ld)	4(J ₁ a)										
верхнетюарский водоносный	налаяхская (J ₁ nd)	2(J ₁ t ₁)										
нижнетюарский водоупорный	китерботская (J ₁ kt)	4(J ₁ t ₁)										
верхнеплинсбахский водоносный	шараповская (J ₁ sh)	2(J ₁ p ₂)										
верхнеплинсбахский водоупорный	левинская (J ₁ lv)	4(J ₁ p ₁)										
теттангско-нижнеплинсбахский водоносный	зимняя (J ₁ zm)	2(J ₁ g-J ₁ p ₁)										
		триасовый		8(T)	индско-рэтский водоупорный	—	4(T ₁ -T ₃ r)					
					палеозойский (PZ)	палеозойский нерасчлененный 8(Pz)						

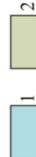


Рис. 2. Гидрогеологические подразделения западной части Енисей-Хатангского бассейна. Горизонты: 1 — водоносные; 2 — водоупорные

Палеозойский нерасчлененный водоносный комплекс на рассматриваемой территории представлен отложениями нижнего и среднего палеозоя (ордовика, силура, девона) [32]. Преимущественно карбонатные породы, представленные известняками и доломитами, вскрыты скважинами на Сухо-Дудинской и Точинской площадях, преимущественно терригенные — на Долганской площади (см. рис. 1). В керне скважин отмечено присутствие как эффузивных (туфы), так и интрузивных пород (диабазы).

Триасовый водоносный комплекс представлен индско-рэтским водоупорным горизонтом (см. рис. 2). Отложения нижнего — среднего триаса на исследуемой территории распространены локально и представлены преимущественно терригенными породами тампейской серии [33], вскрытыми в сводовой части Усть-Портовского выступа на Мало-Хетской, Семеновской и Тампейской площадях, и эффузивными образованиями, развитыми на северном борту прогиба (Гольчихинская и Хабейская площади).

Нижнесреднеюрский водоносный комплекс на рассматриваемой территории распространен почти повсеместно (рис. 3) и представлен морскими и прибрежно-морскими осадками. Комплекс сложен чередованием проницаемых водоносных (геттангско-нижнеплинсбахский, верхнеплинсбахский, верхнетоарский, нижнебайосский, верхнебайосско-батский) и водоупорных горизонтов (верхнеплинсбахский, нижнетоарский, ааленский, верхнебайосский) (см. рис. 2), сложенных преимущественно алевролитопесчанистыми и глинистыми породами [34].

Комплекс характеризуется низкой степенью изученности глубоким бурением. Коллекторские свойства и состав пород водоносных горизонтов варьируются незначительно. Пористость песчаников геттангско-нижнеплинсбахского горизонта варьируются от 4,4 до 10,9 %, проницаемость — от $0,1 \cdot 10^{-9}$ до $0,4 \cdot 10^{-9}$ мкм².

Пористость проницаемых разностей верхнеплинсбахского горизонта изменяется от 10,3 до 15,6 % при проницаемости от $0,15 \cdot 10^{-9}$ до $2,66 \cdot 10^{-9}$ мкм². Для верхнетоарского горизонта эти параметры составляют 3,59–15,6 % и $0,001 \cdot 10^{-9}$ – $33,47 \cdot 10^{-9}$ мкм², для нижнебайосского — 10,7–13,33 % и $0,04 \cdot 10^{-9}$ – $0,21 \cdot 10^{-9}$ мкм², для верхнебайосско-батского — 4,84 до 24,1 % и от $0,001 \cdot 10^{-9}$ до $16,44 \cdot 10^{-9}$ мкм².

Верхнеюрский водоносный комплекс в пределах западной части ЕХБ частично (Зимняя, Тампейская площади) или полностью (Мессояхская, Семеновская площади) отсутствует лишь в сводовой части Усть-Портовского мегавыступа (см. рис. 3). На юго-востоке исследуемой территории, узкой полосой (75–100 км) протягивающейся вдоль северо-западной границы Сибирской платформы и расширяясь в направлении Усть-Портовского мегавыступа, выделяется оксфордский водоносный горизонт, связанный с морскими и прибрежно-морскими песчано-алевролитовыми породами сиговской свиты (см. рис. 2). Пористость проницаемых разностей горизонта изменяется от 8,46 до 12,18 % при средней проницаемости $0,42 \cdot 10^{-9}$ мкм². Оксфордский водоносный горизонт перекрывает келловейский флюидоупорный горизонт, соответствующий глинистым породам точинской свиты, и перекрывается глинами и аргиллитами яновстанской свиты, слагающими киммериджско-берриасский водоупорный горизонт (см. рис. 2).

В северо-западной части территории, по направлению к осевой части прогиба, оксфордский водоносный горизонт с подстилающим келловейским и перекрывающим его киммериджско-берриасским водоупорными горизонтами замещается батско-берриасским водоупорным горизонтом, сложенным монотонной глинистой толщей гольчихинской свиты.

Неокомский водоносный комплекс на территории исследования распространен повсеместно и представлен берриасс-нижнеаптским водоносным горизонтом (см. рис. 2, 3). В юго-восточной части прогиба горизонт представлен нижнехетской, суходудинской и малохетской свитами, в северо-западной части прогиба — шуратовской, байкаловской и малохетской [33]. Проницаемые породы комплекса представлены переслаиванием песчаников и алевролитов различных морских фаций от мелководно-морских до глубоководных (ачимовская толща). Коллекторские свойства берриасс-нижнеаптского горизонта определены во множестве скважин и изменяются в весьма широких пределах: пористость — от 0,29 до 77,22 %, проницаемость — от $0,01 \cdot 10^{-9}$ до $1\,449,2 \cdot 10^{-9}$ мкм². Отмечается повышение ФЕС вверх по разрезу.

Апт-альб-сеноманский водоносный комплекс в пределах изучаемого региона распространен на большей части территории, частично (Сухо-Дудинская, Долганская, Нижне-Хетская площади) или полностью (Точинская, Мало-Хетская площади) отсутствуя лишь в пределах сводовой части Усть-Портовского мегавыступа (см. рис. 3). В составе комплекса выделяется среднеальбско-сеноманский водоносный горизонт, сложенный песками и алевролитами долганской свиты и изолированный от зоны активного водообмена перекрывающим его верхнесеноманско-туронским (глинистая часть дорожковской свиты) и подстилающим среднеаптско-альбским (яковлевская свита) водопорными горизонтами (см. рис. 2) Пористость проницаемых разностей среднеальбско-сеноманского водоносного комплекса изменяется от 3,29 до 34,7 %, проницаемость — $99,5 \cdot 10^{-9}$ мкм².

Верхнемеловой водоносный комплекс представлен глинами, алевролитами и песками насоновской, салпадаяхинской и танамской свит [35], распространенных на исследуемой территории фрагментарно и относящихся к зоне активного водообмена. В составе комплекса выделяются среднетуронско-сантонский (насоновская свита) и кампан-маастрихтский (танамская свита) водоносные горизонты и разделяющий их нижнекампанский относительно водопорный горизонт (салпадаяхинская свита). Коллекторские свойства насоновской и танамской свит не изучены; по данным ГИС пористость проницаемых разностей может достигать 25 %.

Палеоген-четвертичный водоносный комплекс почти сплошным маломощным чехлом покрывает территорию исследования. Преимущественно комплекс представлен озерно-аллювиальным и ледниковыми несцементированными четвертичными отложениями, тогда как палеогеновые и неогеновые осадки развиты фрагментарно и распространены преимущественно в пределах осевой части ЕХБ. Комплекс представлен палеоген-четвертичным полигенетическим водоносным горизонтом.

Выводы

- В гидрогеологическом разрезе Енисей-Хатангского бассейна впервые выполнено детальное гидрогеологическое расчленение на водоносные этажи, комплексы, водоносные и водопорные горизонты.
- Выделенные гидрогеологические подразделения распространены не повсеместно, что связано с эволюцией осадочного бассейна. Значительная часть горизонтов выпадает из гидрогеологического разреза вследствие размыва в пределах Мессояхской наклонной гряды или выклинивания в прибортовых частях прогиба.

- Дальнейшая детализация гидрогеологической стратификации осадочного чехла ЕХБ будет основана на выделении и корреляции отдельных водоносных и водоупорных пластов.

Исследования проводились при финансовой поддержке проектов ФНИ № 0331-2019-0025 «Геохимия, генезис и механизмы формирования состава подземных вод арктических районов осадочных бассейнов Сибири», № 0331-2019-0017 «Модели геологического строения, условия формирования и прогноз нефтегазоносности юрско-меловых отложений арктических регионов Сибири» и Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-05-70074 «Ресурсы Арктики».

Библиографический список

1. Зайцев И. К. Методика составления сводных гидрогеологических карт / Под ред. Г. П. Синягина, Г. В. Богомолова. – М. – Л.: Госгеолиздат, 1945. – 86 с.
2. Геология и нефтеносность Западно-Сибирской низменности / Под. ред. Д. В. Дробышева, В. П. Казаринова. – Л.: Гостоптехиздат, 1958. – 272 с.
3. Ростовцев Н. Н., Равдоникас О. В. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – 391 с.
4. Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири: сб. ст. – Л.: Гостоптехиздат, 1959. – 178 с. – (Труды Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья Министерства геологии и охраны недр СССР. Труды; Вып. 1).
5. Геохимические методы поисков нефтяных и газовых месторождений: Труды Совещания по геохимическим методам / Академия наук СССР. Ин-т геологии и разработки горючих ископаемых; отв. ред. В. А. Соколов. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959. – 458 с.
6. Рябченков А. С. О принципах гидрогеологической стратификации // Советская геология. – 1959. – № 3. – С. 101–113.
7. Воды и газы палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири / В. Б. Торганова [и др.] // Труды ВНИГРИ. – 1960. – Вып. 159. – 460 с.
8. Ковалев В. Ф. Подземные воды среднего и северного Зауралья и вопросы газонефтеносности // Труды горно-геологического института. – 1960. – Вып. 47. – 61 с.
9. Маврицкий Б. Ф. Западно-Сибирский артезианский бассейн (гидрогеология, геотермия, палеогидрогеология) // Труды лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – Т. XXXIX. – 175 с.
10. Региональная гидрогеология Сибири и Дальнего Востока // Материалы комиссии по изучению подземных вод Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск, 1962. – Вып. 2. – 238 с.
11. Кругликов Н. М. Гидрогеология северо-западного борта Западно-Сибирского артезианского бассейна. – Л.: Недра, 1964. – 165 с.
12. Гидрогеология СССР. Т. XVI: Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области). – М.: Недра, 1970. – 368 с.
13. Геология нефти и газа Западной Сибири / А. Э. Конторович [и др.] – М.: Недра, 1975. – 680 с.
14. Гидрогеология Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна и особенности формирования залежей углеводородов / Н. М. Кругликов [и др.]. – Л.: Недра, 1985. – 279 с.
15. Назаров А. Д. Нефтегазовая гидрогеохимия юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. – М.: Идея-Пресс, 2004. – 288 с.
16. Матусевич В. М., Рыльков А. В., Ушатинский И. Н. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. – 225 с.
17. Шварцев С. Л., Новиков Д. А. Природа вертикальной гидрогеохимической зональности нефтегазоносных отложений (на примере Надым-Тазовского междуречья, Западная Сибирь) // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45, № 8. – С. 1008–1020.

18. Новиков Д. А., Лепокуров А. В. Гидрогеологические условия нефтегазоносных отложений на структурах южной части Ямало-Карской депрессии // Геология нефти и газа. – 2005. – № 5. – С. 24–33.
19. Новиков Д. А., Шварцев С. Л. Гидрогеологические условия Предьенисейской нефтегазоносной субпровинции // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50, № 10. – С. 1131–1143.
20. Novikov D. A., Sukhorukova A. F. Hydrogeology of petroleum deposits in the northwestern margin of the West Siberian Artesian Basin // Arabian Journal of Geosciences. – 2015. – Vol. 8, Issue 10. – P. 8703–8719.
21. Novikov D. A. Hydrogeochemistry of the Arctic areas of Siberian petroleum basins // Petroleum Exploration and Development. – 2017. – Vol. 44, Issue 5. – P. 780–788. DOI: 10.1016/S1876-3804(17)30088-5
22. Нефтегазовая гидрогеохимия доюрских комплексов южных районов Обь-Иртышского междуречья / Д. А. Новиков [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, № 12. – С. 39–54. DOI: 10.18799/24131830/2018/12/19
23. Новиков Д. А. Роль элизионного водообмена в формировании гидродинамического поля Ямало-Карской депрессии // Литология и полезные ископаемые. – 2019. – № 3. – С. 248–261. DOI: 10.31857/S0024-497X20193248-261
24. Шварцев С. Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1996. – 423 с.
25. Карцев А. А., Абукова Л. А., Абрамова О. П. Словарь по нефтегазовой гидрогеологии. – М.: ГЕОС, 2015. – 304 с.
26. Origin and evolution of formation waters, Alberta Basin, Western Canada sedimentary Basin. I. Chemistry / C. A. Connolly [et al.] // Applied Geochemistry. – 1990. – Vol. 5, Issue 4. – P. 375–395. DOI: 10.1016/0883-2927(90)90016-X
27. Hydrogeology, Geopressures and Hydrocarbon Occurrences, Beaufort-Mackenzie Basin / B. Hitchon [et al.] // Bulletin of Canadian Petroleum Geology. – 1990. – Vol. 38, Issue 2. – P. 215–235.
28. Fluid evolution in the Dabei Gas Field of the Kuqa Depression, Tarim Basin, NW China: Implications for fault-related fluid flow / X. Guo [et al.] // Marine and Petroleum Geology. – 2016. – № 78. – P. 1–16. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2016.08.024
29. Кох А. А., Новиков Д. А. Гидродинамические условия и вертикальная гидрогеохимическая зональность подземных вод в западной части Хатангского артезианского бассейна // Водные ресурсы. – 2014. – Т. 41, № 4. – С. 375–386. DOI: 10.7868/S0321059614040099
30. Борисов Е. В., Казаненков В. А. К вопросу об индексации нижнесреднеюрских продуктивных песчаных пластов в западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба [Электронный ресурс] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2018. – Т. 13, № 4. – Режим доступа: http://ngtp.ru/rub/2018/38_2018.html. DOI: 10.17353/2070-5379/38_2018
31. Новиков Д. А. Гидрогеологические предпосылки нефтегазоносности западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // Геодинамика и тектонофизика. – 2017. – Т. 8, № 4. – С. 881–901. DOI: 10.5800/GT-2017-8-4-0322
32. Расчленение юрских и меловых скважин, пробуренных в Усть-Енисейской синеклизе в 1962–1967 годах / Н. И. Байбородских [и др.] // Ученые записки. Региональная геология. – Л.: НИИГА, 1968. – Вып. 12. – С. 5–24.
33. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: ИНГТ СО РАН, 2004. – 111 с.
34. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система / Б. Н. Шурыгин [и др.]. – Новосибирск: Из-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. – 480 с.
35. Решения 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, принятым МРСС-90 14–18 мая 1990 г. и утвержденным МСК СССР 30 января 1991 г. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1991. – 54 с.

References

1. Zaytsev, I. K. (1945). Metodika sostavleniya svodnykh gidrogeologicheskikh kart. Moscow-Leningrad, Gosgeolizdat Publ., 87 p. (In Russian).
2. Drobyshev, D. V., & Kazarinov, V. P. (Eds.). (1958). Geologiya i neftenosnost' Zapadno-Sibirskoy nizmennosti. Leningrad: Gostoptekhizdat Publ., 272 p. (In Russian).

3. Rostovtsev, N. N., & Ravdonikas, O. V. (1958). Geologicheskoe stroenie i perspektivy neftegazonosnosti Zapadno-Sibirskoy nizmennosti. Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 391 p. (In Russian).
4. Materialy po geologii, gidrogeologii, geofizike i poleznym iskopaemym Zapadnoy Sibiri: sbornik statey. (1959). Issue 1. Leningrad, Gostoptekhizdat Publ., 178 p. (In Russian).
5. Sokolov V. A. (Ed.). (1959). Geokhimicheskie metody poiskov neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy: Trudy Soveshchaniya po geokhimicheskim metodam. Moscow, Academy of Sciences of the USSR Publ., 458 p. (In Russian).
6. Ryabchenkov, A. S. (1959). O printsipakh gidrogeologicheskoy stratifikatsii. Sovetskaya geologiya, (3), pp. 101-113. (In Russian).
7. Torgovanova, V. B., Dubrova, N. V., Kruglikov, N. M., Lozovskiy, M. R., & Pomarnatskiy, M. A. (1960). Vody i gazy paleozoyskikh i mezozoyskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri. Trudy VNIGRI, (159), 460 p. (In Russian).
8. Kovalev, V. F. (1960). Podzemnye vody srednego i severnogo Zaural'ya i voprosy gazo-neftenosnosti. Trudy gorno-geologicheskogo institute, (47), 51 p. (In Russian).
9. Mavritskiy, B. F. (1962). Zapadno-Sibirskiy artezianskiy basseyn (gidrogeologiya, geotermiya, paleogidrogeologiya). Trudy laboratorii gidrogeologicheskikh problem Akademii nauk SSSR. T. XXXIX. Moscow, Academy of Sciences of the USSR Publ., 175 p. (In Russian).
10. Regional'naya gidrogeologiya Sibiri i Dal'nego Vostoka (1962). Materialy komissii po izucheniyu podzemnykh vod Sibiri i Dal'nego Vostoka. Issue 2. Irkutsk, 238 p. (In Russian).
11. Kruglikov, N. M. (1964). Gidrogeologiya severo-zapadnogo borta Zapadno-Sibirskogo artezianskogo basseyna. Leningrad, Nedra Publ., 166 p. (In Russian).
12. Gidrogeologiya SSSR. T. XVI: Zapadno-Sibirskaya ravnina (Tyumenskaya, Omskaya, Novosibirskaya i Tomskaya oblasti). (1970). Moscow, Nedra Publ., 368 p. (In Russian).
13. Kontorovich, A. E., Nesterov, I. I., Salmanov, F. K., Surkov, V. S., Trofimuk, A. A., & Erv'e, Yu. G. (1975). Geologiya nefti i gaza Zapadnoy Sibiri. Moscow, Nedra Publ., 680 p. (In Russian).
14. Kruglikov, N. M., Nelyubin, V. V., & Yakovlev, O. N. (1985). Gidrogeologiya Zapadno-Sibirskogo neftegazonosnogo basseyna i osobennosti formirovaniya zalezhey uglevodorodov. Leningrad, Nedra Publ., 279 p. (In Russian).
15. Nazarov, A. D. (2004). Neftegazovaya gidrogeokhimiya yugo-vostochnoy chasti Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsii. Moscow, Ideya-Press Publ., 288 p. (In Russian).
16. Matusevich, V. M., Ryl'kov, A. V., & Ushatinskiy, I. N. (2005). Geoflyudal'nye sistemy i problemy neftegazonosnosti Zapadno-Sibirskogo megabasseyna. Tyumen, Tyumen State Oil and Gas University Publ., 225 p. (In Russian).
17. Shvartsev, S. L., & Novikov, D. A. (2004). Priroda vertikal'noy gidrogeokhimicheskoy zonal'nosti neftegazonosnykh otlozheniy (na primere Nadym-Tazovskogo mezhdurech'ya, Zapadnaya Sibir'). Russian Geology and Geophysics, 45(8), pp.1008-1020. (In Russian).
18. Novikov, D. A., & Lepokurov, A. V. (2005). Hydrogeological conditions of petroleum potential deposits on the structures in the southern part of Yamalo-Karskoye depression. Oil and gas geology, (5), pp. 24-33. (In Russian).
19. Novikov, D. A., & Shvartsev, S. L. (2009). Hydrogeological conditions of the Pre-Yenisei petroleum subprovince. Russian Geology and Geophysics, 50(10), pp. 873-883. (In English).
20. Novikov, D. A., & Sukhorukova, A. F. (2015). Hydrogeology of petroleum deposits in the northwestern margin of the West Siberian Artesian Basin. Arabian Journal of Geosciences, 8(10), pp. 8703-8719. (In English).
21. Novikov, D. A. (2017). Hydrogeochemistry of the Arctic areas of Siberian petroleum basins. Petroleum Exploration and Development, 44(5), pp. 780-788. (In English). DOI: 10.1016/S1876-3804(17)30088-5
22. Novikov, D. A., Ryzhkova, S. V., Dultsev, F. F., Chernykh, A. V., Ses, K. V., Efimtsev N. A., & Shokhin, A. E. (2018). Oil and gas hydrogeochemistry of the pre - Jurassic deposits in the southern areas of Ob-Irtysh interfluvies. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering, 329(12), pp. 39-54. (In Russian). DOI: 10.18799/24131830/2018/12/19
23. Novikov D. A. (2019). Role of elision water exchange in formation of the Yamalo-Kara depression hydrodynamic field. Litologiya i poleznye iskopaemye, (3), pp. 248-261. (In Russian). DOI: 10.31857/S0024-497X20193248-261
24. Shvartsev, L. S. (1996). Obshchaya gidrogeologiya. Moscow, Nedra Publ., 423 p. (In Russian).
25. Kartsev, A. A., Azbukova, L. A., & Abramova, O. P. (2015). Glossary of Petroleum Hydrogeology. Moscow, GEOS Publ., 304 p. (In Russian).

26. Connolly, C. A., Lynn, M. W., Baadsgaard, H., & Longstaffe, F. J. (1990). Origin and evolution of formation waters, Alberta Basin, Western Canada sedimentary Basin. I. Chemistry. Applied Geochemistry, 5(4), pp. 375-395. (In English). DOI: 10.1016/0883-2927(90)90016-X
27. Hitchon, B., Underschultz, J. R., Bachu, S., & Sauveplane, C. M. (1990). Hydrogeology, Geopressures and Hydrocarbon Occurrences, Beaufort-Mackenzie Basin. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 38(2) (June), pp. 215-235. (In English).
28. Guo, X., Liu, K., Jia, Ch., Song, Y., Zhao, M., Zhuo, Q., & Lu, X. (2016). Fluid evolution in the Dabei Gas Field of the Kuqa Depression, Tarim Basin, NW China: Implications for fault-related fluid flow. Marine and Petroleum Geology, (78), pp. 1-16. (In English). DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2016.08.024
29. Kokh, A. A., & Novikov, D. A. (2014). Hydrodynamic conditions and vertical hydrogeochemical zonality of groundwater in the Western Khatanga Artesian Basin. Water Resources, 41(4), pp. 396-405. (In English). DOI: 10.1134/S0097807814040083
30. Borisov, E. V., & Kazanenkov, V. A. (2018). The problem of stratigraphical indexing of Lower-Middle Jurassic productive sandstones in the western part of the Yenisei-Khatanga regional trough. Negtegazovaya Geologiya. Teoria I Praktika, 13(4). (In Russian). Available at: http://ngtp.ru/rub/2018/38_2018.html. DOI: 10.17353/2070-5379/38_2018
31. Novikov, D. A. (2017). Hydrogeological conditions for the presence of oil and gas in the western segment of the Yenisei-Khatanga regional trough. Geodynamics & Tectonophysics, 8(4), pp. 881-901. (In Russian). DOI: 10.5800/GT-2017-8-4-0322
32. Baiborodskikh, N. I., Bro, E. G., Gudkova, S. A., Kartseva, G. N., Nakaryakov, V. D., Ronkina, Z. Z., Sapir, M. Kh., & Sorokov, D. S. (1968). Raschlenenie yurskikh i melovykh skvazhin, proburenykh v Ust'-Eniseyskoy sineklize v 1962-1967 godakh. Uchenye zapiski. Regional'naya geologiya. Issue 12. Leningrad, NIIGA Publ., pp. 5-24. (In Russian).
33. Resheniya shestogo Mezhdomstvennogo stratigraficheskogo soveshchaniya po rassmotreniyu i prinyatiyu utochnennykh stratigraficheskikh skhem mezozoyskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri, Novosibirsk (2003). Novosibirsk, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences Publ., 111 p. (In Russian).
34. Shurygin, B. N., Nikitenko, B. L., Devyatov, V. P., Il'ina, V. I., Meledina, S. V., Gaideburova, E. A.,... Mogucheva, N. K. (2000). Stratigraphy of oil and gas basins of Siberia. Jurassic System. Novosibirsk, SB RAS Publ., Department "GEO", 480 p. (In Russian).
35. Resheniya pyatogo Mezhdomstvennogo regional'nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po mezozoyskim otlozheniyam Zapadno-Sibirskoy ravniny, prinyatym MRSS-90 14-18 maya 1990 goda. i utverzhdennym MSK SSSR 30 yanvarya 1991 goda. (1991). Tyumen, ZapSibNIGNI Publ., 54 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Новиков Дмитрий Анатольевич, к. г.-м. н., заведующий лабораторией гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, доцент кафедр геологии месторождений нефти и газа и общей и региональной геологии, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, г. Новосибирск, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

Борисов Евгений Владиславович, младший научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа арктических регионов Сибири, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск

Information about the authors

Dmitry A. Novikov, Candidate of Geology and Mineralogy, Head of the Laboratory of Sedimentary Basins Hydrogeology of Siberia, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Associate Professor at the Department of Geology of Petroleum Fields and at the Department of General and Regional Geology, Novosibirsk State University, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

Evgeny V. Borisov, Junior Researcher at the Laboratory of Oil and Gas of Arctic Regions of Siberia, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk