

УДК 551.763.12(571.1)

DOI: 10.24930/1681-9004-2022-22-3-361-375

Новые данные по стратиграфии и седиментологии пограничных юрско-меловых отложений северо-западной части Енисей-Хатангского прогиба

Г. Л. Розбаева¹, В. А. Маринов¹, А. В. Храмцова¹, А. Е. Игольников², О. С. Урман²,
Ю. В. Лошаченко¹, Л. А. Дубровина¹

¹ООО "Тюменский нефтяной научный центр", 625003, г. Тюмень, ул. Перекопская, 19а, e-mail: GLRozbaeva@tinn.rosneft.ru

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр. Акад. Коптюга, 3,
e-mail: igolnikovae@ipgg.sbras.ru

Поступила в редакцию 10.01.2022 г., принята к печати 06.04.2022 г.

Объект исследования. Пограничные юрско-меловые отложения западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба. **Материал и методы.** Сеймостратиграфические, каротажные и биостратиграфические исследования являлись основными инструментами корреляции разрезов. Лито- и биофациальными методами выполнена реконструкция условий формирования яновстанской свиты и пластов группы НХ рязанского яруса. **Результаты.** Выявлен состав комплексов макро- и микрофауны, установлены аналоги аммонитовых и фораминиферовых зон верхневожского подъяруса и рязанского яруса Сибири. Детализировано строение верхнеюрского и рязанского комплексов западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба. Сделаны заключения об условиях формирования волжских и рязанских отложений. **Выводы.** Установлено, что отложения формировались в морском бассейне со стабильной соленостью и пониженной гидродинамикой, в относительно глубоководных условиях. Выделены турбидитовые системы смешанного типа с многоточечным источником питания, в которых снос терригенного материала происходил с юго-востока на северо-запад.

Ключевые слова: север Западной Сибири, пограничные отложения юры и мела, биостратиграфия, фациальный анализ, подводные конусы выноса, клиноформный комплекс

New data on the stratigraphy and depositional environment of the Jurassic-Cretaceous boundary sediments of the northwestern part of the Yenisei-Khatanga trough

Galina L. Rozbaeva¹, Vladimir A. Marinov¹, Alena V. Khramtsova¹, Aleksandr E. Igonnikov²,
Olga S. Urman², Yuliya V. Loshachenko¹, Lidiya A. Dubrovina¹

¹Tyumen Petroleum Research Center, 19a Perekopskaya st., 625003 Tyumen, Russia, e-mail: GLRozbaeva@tinn.rosneft.ru

²A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3 Akad. Koptiuga av., 630090 Novosibirsk, Russia,
e-mail: igolnikovae@ipgg.sbras.ru

Received 10.01.2021, accepted 06.04.2022

Research subject. Boundary Jurassic-Cretaceous sediments of the western part of the Yenisei-Khatanga Regional Trough. **Materials and methods.** The main correlation tools were seismostratigraphic, logging, and biostratigraphic methods. Litho- and biofacies methods were used to reconstruct the development conditions of the Yanovstan Formation and the NKH group of the Ryazanian Stage reservoirs. **Results.** The composition of macro- and microfauna complexes was defined, analogues of the ammonite and foraminiferal zones of the Upper Volgian substage and the Ryazanian stage of Siberia were established. The structure of the Upper Jurassic and Ryazanian complexes of the western part of the Yenisei-Khatanga Regional Trough was detailed. Conclusions were made about the formation conditions of the Volgian and Ryazanian deposits. **Conclusions.** The sediments were found to have been formed in a sea basin with stable salinity and low water energy, in relatively deep-water conditions. Mixed turbidite systems with multipoint supply sources were identified, in which the terrigenous material was supplied from southeast to northwest.

Keywords: north of Western Siberia, Jurassic-Cretaceous boundary layers, biostratigraphy, facial analysis, submarine fans, clinoform complex

Для цитирования: Розбаева Г.Л., Маринов В.А., Храмцова А.В., Игольников А.Е., Урман О.С., Лошаченко Ю.В., Дубровина Л.А. (2022) Новые данные по стратиграфии и седиментологии пограничных юрско-меловых отложений северо-западной части Енисей-Хатангского прогиба. *Литосфера*, 22(3), 361-375. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-3-361-375>

For citation: Rozbaeva G.L., Marinov V.A., Khramtsova A.V., Igonnikov A.E., Urman O.S., Loshachenko Yu.V., Dubrovina L.A. (2022) New data on the stratigraphy and depositional environment of the Jurassic-Cretaceous boundary sediments of the northwestern part of the Yenisei-Khatanga trough. *Lithosphere (Russia)*, 22(3), 361-375. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-3-361-375>

© Г.Л. Розбаева, В.А. Маринов, А.В. Храмцова, А.Е. Игольников, О.С. Урман, Ю.В. Лошаченко, Л.А. Дубровина, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Район исследований расположен в северной части Западной Сибири (рис. 1), в Енисей-Хатангской нефтегазоносной области, приурочен к западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП) и входит в крупнейший стратегический проект “Восток Ойл” компании “Роснефть”.

Одним из наиболее перспективных стратиграфических интервалов для поисков месторождений углеводородного сырья на территории участка являются пограничные отложения юры и мела, которые накапливались в глубоководной зоне Хатангского пролива (Барабошкин и др., 2007), ближе к его южному борту.

Рассматриваемый комплекс отложений имеет сложное геологическое строение. Его формирование происходило во время крупнейшей перестройки структурного плана ЕХРП. Территория, находившаяся в состоянии устойчивого погружения в течение юрского времени, в самом начале раннего мела испытала резкое поднятие амплитудой до 450–500 м (Глаголев и др., 1994). Предполагается, что в результате этого события возникли возвышенности, окружившие пролив, а также, возможно, поднятия, располагавшиеся в его центральной части (Афанасенков и др., 2018), которые и послужили основными источниками обломочного материала пластов нижнехетской свиты, сформировалась поверхность предваланжинского размытия, прослеженная на территории Малохетского района (Конторович, 2011). Геологические тела имеют сложное строение, продуктивные пласты крайне не выдержаны по площади и имеют наклонное залегание. Перепады высот отдельных горизонтов достигают более 2 км (Шестакова и др., 2020).

Построение геологической модели юрско-мелового комплекса района, необходимое для локализации перспективных зон концентрации углеводородов, требует решения ряда задач. В первую очередь это стратификация разрезов верхнеюрского и нижнемелового комплексов. При ограниченном объеме кернового материала, необходимого для проведения биостратиграфических, литологических и геохимических работ, при изучении слоистой структуры разреза особое значение приобретают сейсмогеологические методы, а также анализ данных геофизических исследований скважин (ГИС). Фациальные исследования, которые включают в себя лито- и биофациальный комплекс анализов, являются вторым направлением решения поставленной задачи.

В рамках работ по поиску зон улучшенных коллекторов было выполнено построение двумерной модели верхнеюрского и нижнемелового комплексов отложений в западной части ЕХРП на основе ревизии как ранее полученных материалов,

так и результатов изучения керна новых скважин, пробуренных в 2020 г.

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Седиментологический анализ рязанского яруса и яновстанской свиты был выполнен по керну двух скважин Западно-Иркинской площади, пробуренных в 2020 г. Дополнительно привлекались результаты седиментологических, биостратиграфических исследований керна скважин на Иркинской, Южно-Носковской, Пайяхской и Аномальной площадях. Выполнен также большой объем макро- и микропалеонтологических исследований (определено 54 остатка раковин головоногих и двусторчатых моллюсков, микропалеонтологический анализ включал в себя 117 образцов), проведены анализ данных ГИС и переинтерпретация 1185 км сейсмических профилей МОГТ-2D.

В работе использовались известные методики литолого-фациального, секвенс-стратиграфического и биофациального анализов, представленные в трудах известных отечественных (Алексеев, 2002; Чернова, 2008; и др.) и зарубежных (Reding, Richards, 1994; Catuneanu, 2006; Knaust, Bromley, 2012; Sychala et al., 2017; и др.) ученых. Биофациальные исследования проводились по ранее апробированным методикам (Маринов и др., 2006; Niritenko et al., 2013).

Титонский и берриасский ярусы, выделенные в Тетической надобласти, до сих пор не имеют обоснованных эквивалентов в Бореальной (Урман и др., 2019). Для обозначения нижних слоев меловой системы в настоящее время пользуются региональными подразделениями, или бореально-берриасскими, или рязанским региоярусами (Рогов и др., 2011). При биостратиграфических построениях авторы использовали региональный (бореальный) вариант стратиграфической шкалы и приняли в качестве верхнего яруса юрской системы волжский региоярус, а для нижнего яруса меловой системы – рязанский.

СТРОЕНИЕ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮРЫ И МЕЛА

В соответствии с существующими региональными схемами (Решение..., 2004; Постановления..., 2006), исследуемая территория расположена в пределах различных структурно-фациальных районов (СФР). На северо-западе территории верхнеюрские отложения представлены гольчихинской свитой Гыданского района, а на ее большей части верхняя юра представлена сиговской и яновстанской свитами Тазо-Хетского СФР (см. рис. 1). Рязанские отложения на севере участка составляют нижнюю часть шуратовской свиты Притаймырского райо-

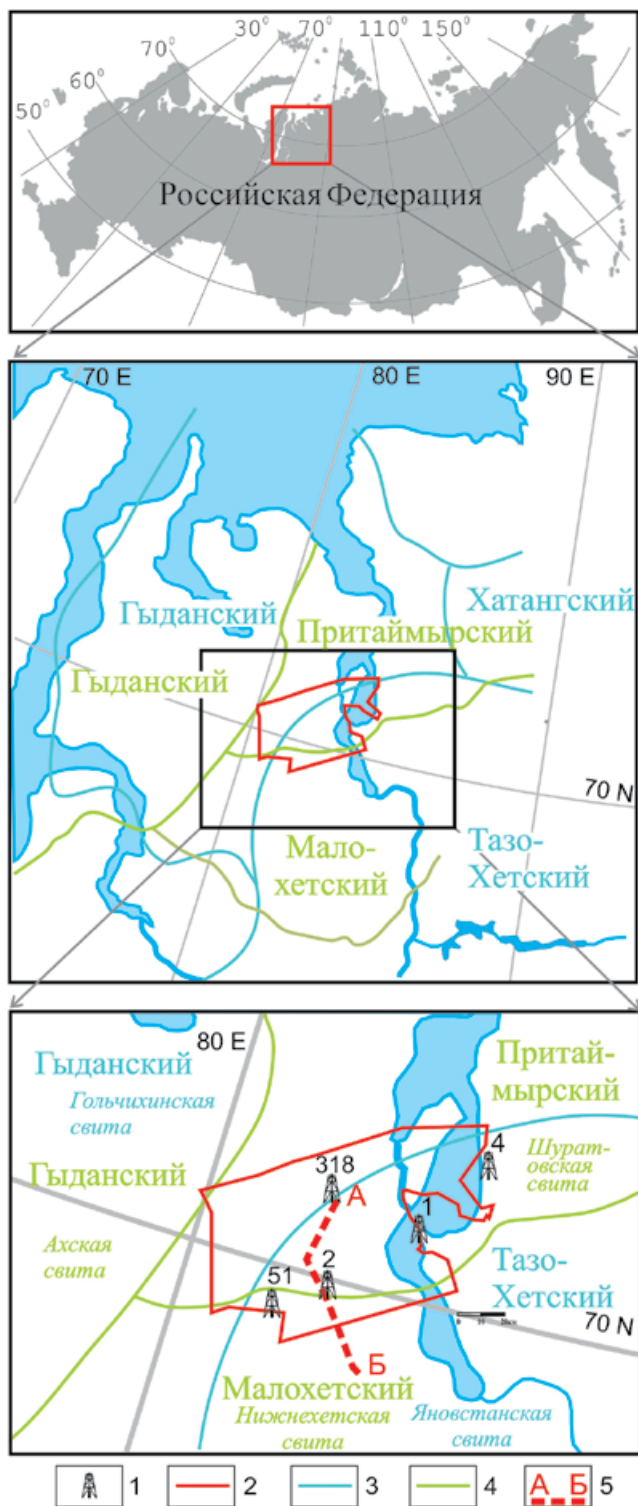


Рис. 1. Район работ.

1 – скважины: 1 – Западно-Иркинская-1, 2 – Западно-Иркинская-2, 4 – Пайяхская-4, 51 – Аномальная-51, 318 – Южно-Носковская-318; 2 – граница Западно-Иркинского ЛУ; 3, 4 – границы структурно-фациальных подрайонов и районов: 3 – рязанских-аптских отложений (Постановления..., 2006); 4 – келловейских и верхнеюрских отложений (Решение..., 2004); 5 – линия сейсмического разреза по профилю А–Б.

Fig. 1. Work area.

1 – wells: 1 – West-Irkinskaya-1, 2 – West-Irkinskaya-2; 4 – Payakhskaya-4; 51 – Anomalnaya-51; 318 – South-Noskovskaya-318; 2 – border of the West Irkinsky license block; 3, 4 – boundaries of structural-facies sub-districts and districts: 3 – Ryazanian-Aptian deposits (Resolution..., 2006); 4 – Callovian and Upper Jurassic deposits (Decision..., 2004); 5 – seismic section along the A–B line.

на, а на юге – нижнюю часть нижнехетской свиты Малохетского района. Согласно схеме тектонического районирования (Конторович, 2011), район исследований находится в юго-восточной части Беловской впадины, самой крупной структуры Центрально-Таймырского желоба.

Яновстанская свита (кимериджский, волжский и нижняя часть рязанского ярусов) в пределах района работ залегает на глубинах 2500–3500 м, имеет толщины около 300–500 м, сложена аргиллитами алевроитовыми, кремнисто-глинистыми породами с прослоями песчаников тонкозернистых с карбонатным цементом и мергелей.

Гольчихинская свита (верхи батского, келловейский, оксфордский, кимериджский, волжский и нижняя часть рязанского ярусов) выделяется в северо-западной части ЕХРП. Свита залегает на глубинах 2000–3500 м, имеет средние толщины около 700 м, сложена темноцветными прослоями битуминозными аргиллитами, с прослоями алевролитов, реже песчаников. В рамках статьи рассматривается только верхняя, волжско-рязанская часть отложений.

Отложения гольчихинской и яновстанской свит характеризуются повышенными значениями органического вещества (C_{org} до 4%) по сравнению с перекрывающими их отложениями.

Шуратовская свита (рязанский и валанжинский ярусы). Кровля свиты проводится по реперному горизонту глин – тепловскому. Подошва совпадает с поверхностью предваланжинского размыва. Свита распространена на большей части ЛУ, за исключением его южной периферии, залегает на глубинах 1800–3000 м, имеет толщины около 600–800 м. Серые алевролиты и глины с прослоями песчаников тонко-мелкозернистых и мелко-тонкозернистых аркозового состава, часто известковистых. В нижней части свиты глины тонкоотмученные, с тонкими прослоями слабобитуминозных глин.

Нижнехетская свита (рязанский и валанжинский ярусы). Кровля свиты проводится по реперному горизонту глин – тагринскому. Подошва совпадает с поверхностью предваланжинского размыва. Свита прослеживается вдоль южной границы ЛУ, залегает на глубинах 1500–2500 м, имеет средние толщины около 300–400 м. Серые и темно-серые глины с зеленоватым оттенком, с пластами алевролитов и песчаников.

БИОСТРАТИГРАФИЯ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮРЫ И МЕЛА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЕХРП

Новые биостратиграфические данные были получены при изучении керна скважин Западно-Иркинских-1 и -2 и Пайяхской-4.

Яновстанская свита (нижний кимеридж – низы рязанского яруса) изучена в разрезах скв. Пайяхская-4 и Западно-Иркинская-1 (рис. 2). В разрезе скв. Западно-Иркинская-1 в кровле свиты (глубина 4228 м) обнаружен представительный комплекс фораминифер: *Recurvoides praeobskiensis* Dain et Bulynnikova, *Recurvoides* ex gr. *paucus* Bulynnikova, *Cribrostomoides* ex gr. *umbonatus* (Rom.), *Trochammina annae* Levina, *Trochammina misinovi* Levina, *Trochammina rosacea* Zaspelova, *Dorothia* cf. *tortuosa* Dain et Komissarenko. Комплекс сопоставляется с зональным *Ammodiscus veteranus*, *Evolutinella emeljanzevi* верхней волги и основания рязаня (Решение..., 2004) по наличию характерных видов *Recurvoides praeobskiensis*, *Trochammina annae*, *T. misinovi*. В разрезе скв. Пайяхская-4 найден средневожский аммонит *Dorsoplanites* sp. ind. (глубина 3566.5 м), а также комплексы фораминифер с *Trochammina septentrionalis* (средневожский подъярус) и *Ammodiscus veteranus*, *Evolutinella emeljanzevi* (интервал 3433.8–3481.55 м) верхневожского подъяруса.

Нижнехетская свита (рязанский ярус без нижней зоны и нижняя зона нижнего валанжина) изучена по керну скв. Западно-Иркинская-2 (см. рис. 2).

В интервале 3640.0–3650.0 м обнаружен комплекс фораминифер *Trochammina polymera* Dubrovskaja, в которых определены следующие виды: *Saccamina complanata* (Franke), *Saccamina* sp., *Recurvoides* ex gr. *romanovae* Putrja, *Cribrostomoides* ex gr. *umbonatus* (Rom.), *Cribrostomoides* sp. ind., *Ammosiphonia* sp. ind., *Budashevaella* ex gr. *paucus* Bulynnikova, *Ammodiscus* sp. ind., *Gaudryinopsis* ex gr. *gerkei* (Vassilenko), *Verneuilinoides kansensis* Loeblich et Tappan, *Trochammina polymera* Dubrovskaja, *Trochammina* ex gr. *gyroidinoides* Mjatliuk, *Trochammina* ex gr. *mugiensis* Dain et Bulynnikova, *Trochammina* ex gr. *neocomiana* Mjatliuk, *Lenticulina* sp. ind.

В скв. Пайяхская-4 в кровле свиты найден аммонит *Craspeditidae* ? gen et sp. ind. (глубина 3499.25 м). В верхней части свиты обнаружены аммониты *Neotollia* cf. *sibirica* (Klimova), (глубина 3516.45 м), *Temnoptychites* ? sp. ind. (глубина 3513.9 м).

Шуратовская свита (рязанский ярус без нижней зоны – основание нижнего готерива) представлена в керне скв. Пайяхская-4 и Западно-Иркинская-1. Изучена только нижняя часть свиты (см. рис. 2).

В скв. Пайяхская-4 определены аммониты *Surites* sp. ind. (глубина 3399.75 м), *Borealites* ? *Tollia* ?

sp. ind. (глубина 3381.3 м), *Tollia* ? sp. ind. (глубина 3372.25 м), двустворчатые моллюски *Buchia volgensis* (Lahusen) (глубина 3381.3 м), *Inoceramus* ex gr. *golberti* Zakharov et Turbina (глубина 3372.25 м). Комплекс фораминифер с *Trochammina sibirica* N. Belousova, *Trochammina* cf. *gyroidiniformis* Mjatliuk (глубина 3372.25 м) содержит виды *Saccamina* sp., *Recurvoides paucus* Bulynnikova, *Recurvoides* ex gr. *obskiensis* Romanova, *Cribrostomoides* cf. *umbonatus* Rom., *Evolutinella sinuosa* (Bulynnikova), *Ammosiphonia* sp., *Bulbobaculites* aff. *scabrium* (Bulynnikova), *Trochammina sibirica* N. Belousova, *T.* aff. *rosaceaformis* N. Belousova, *Trochammina* cf. *gyroidiniformis* Mjatliuk, *Verneuilinoides* sp., *Gaudryinella* sp.

В скв. Западно-Иркинская-1 в основании свиты (интервал 4204.00–4215.35 м) обнаружены многочисленные раковины двустворок *Buchia okenensis* (Pavlov), *Buchia volgensis* (Lahusen), совместный интервал распространения которых соответствует нижней части рязанского яруса, зоне *Hectoroceras kochi*. В этом же интервале встречен представительный комплекс фораминифер с *Recurvoides romanovae*. Определены виды *Glomospirella* ex gr. *gaultina* (Berthelin), *Recurvoides romanovae* Putrja, *Evolutinella* sp. ind., *Cribrostomoides umbonatus* Rom., *Cribrostomoides praevolubilis* Marinov, *Ammodiscus gerkei* Scharovskaja, *Gaudryinopsis* aff. *gerkei* Vassilenko, *Trochammina* ex gr. *neocomiana* Mjatliuk, *Globulina* sp. ind., *Lenticulina* cf. *pseudoeurctica* E. Ivanova, *Astacolus* sp. ind.

Выше обнаружены отпечатки аммонитов *Hectoroceras* sp. ind. и раковины двустворчатых моллюсков *Inoceramus* ex gr. *subplanus* Zakh. et Turb., *Inoceramus* cf. *taimyricus* Zakharov (интервал 4058.1–4060.9 м).

Над слоями с *Hectoroceras* sp. ind. встречены отпечатки раковин аммонита плохой сохранности, сходного с *Surites* sp. ind. или *Borealites* sp. ind., двустворчатых моллюсков *Inoceramus* ex gr. *subplanus* Zakh. et Turb. (интервал 4047.25–4050.55 м).

Выше слоев *Surites* sp. ind. (?*Borealites*) найден отпечаток раковины аммонита *Tollia* sp. ind. (глубина 4033.8 м) и раковины двустворок *Inoceramus* ex gr. *subplanus* Zakh. et Turb. (интервал 4021.0–4033.0 м).

Стратиграфическое положение пачек, пластов и маркирующих горизонтов уточнено благодаря находкам аммонитов, двустворчатых моллюсков и фораминифер. Анализ состава комплексов фауны позволил сопоставить пласты и пачки яновстанской, нижнехетской и шуратовской свит с зонами рязанского яруса Сибири (рис. 3). В настоящее время зональная последовательность рязанского яруса Сибири является наиболее обоснованной для территорий Бореальной надобласти. Именно сибирская шкала послужила основой построения Бореального зонального стандарта (Барбошкин, 2004).

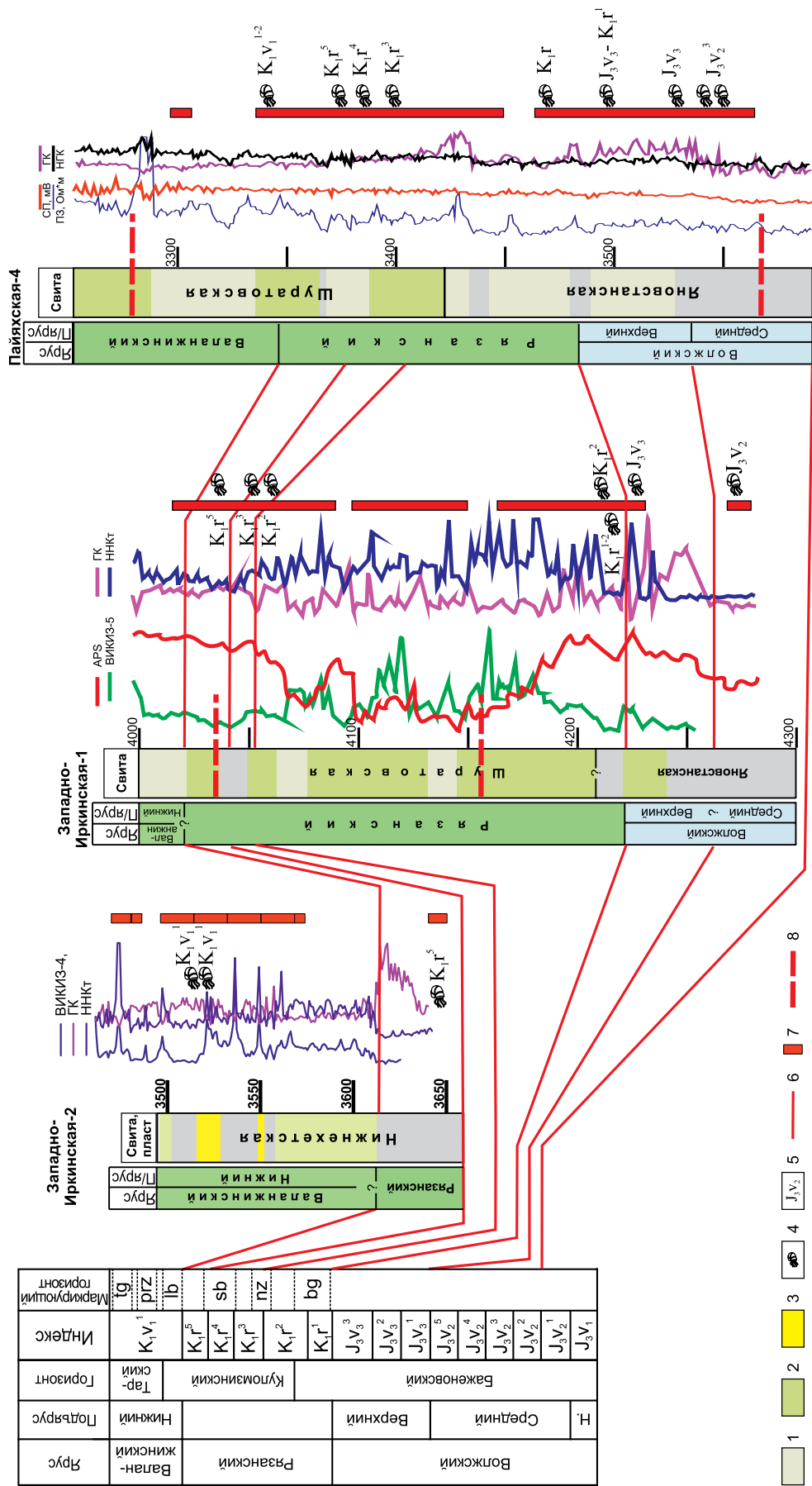


Рис. 2. Корреляция разрезов волжского и рязанского ярусов в пределах западной части ЕХРП.

1 – алевролиты глинистые, 2 – алевролиты, 3 – песчаники, 4 – точки находок фауны, 5 – возрастная датировка, 6 – корреляционные линии, 7 – интервалы отбора керна, 8 – маркирующие горизонты.

Fig. 2. Correlation of sections of Volgian and Ryazanian stages of the West Irkinsky license block.

1 – clayey siltstones, 2 – siltstones, 3 – sandstones, 4 – points of fauna finds, 5 – age dating, 6 – correlation lines, 7 – coring intervals, 8 – markers.

Ярус	Подъярус	Горизонт	Зоны и слои (Решение..., 2004, Постановления..., 2006)				Индекс	Свита	Маркирующий горизонт	
			С аммонитами	С двустворками	С фораминиферами					
Валанжинский	Нижний	Тарский	Neotollia klimovskiensis	Buchia inflata	Orientalia baccula Ammodiscus micrus	Recurvoides obskiensis	$K_1v_1^1$	Нижнехетская	Шуратовская	tg
			Tollia tolli		Trochammina polymera	Recurvoides romanovae	K_1r^5			prz
Рязанский		Куломзинский	Bojarkia mesezhnikowi	Buchia tolmatschevi	Gaudryina gerkei	Recurvoides romanovae	K_1r^4	Нижнехетская	Шуратовская	lb
			Surites analogus	Buchia jasikovi	Trochammina rosaceaformis		K_1r^3			sb
			Hectoroceras kochi	Buchia okensis			K_1r^2			nz
			Chetaites sibiricus	Buchia unschensis	Ammodiscus veteranus, Evolutinella emeljanzevi	K_1r^1	Яновстанская			bg
			Subcraspedites maurynijensis, pulcheri							
Волжский	Верхний	Баженовский	Craspedites taimyrensis				$J_3v_3^2$			
			Craspedites okensis	Buchia obliqua			$J_3v_3^1$			

Рис. 3. Стратиграфическое положение маркирующих горизонтов и продуктивных слоев рязанского яруса Западно-Иркинской площади.

Региональные маркирующие горизонты: bg – баженовский, nz – назинский, sb – сабунский, lb – лабазный, prz – приозерный, tg – тагринский.

Fig. 3. Stratigraphic position of units with fauna within the Volgian and Berriasian section of the West Irkinsky license block.

Abbreviations. Regional markers: bg – Bazhenov, nz – Nazinsky, sb – Sabunian, lb – Labazny, prz – Priozerny, tg – Tagrinsky.

Аммонитовые зоны

Зона *Hectoroceras kochi* нижней части рязанского яруса (K_1r^2). Присутствие зоны установлено по находке *Hectoroceras sp. ind.* (Табл. 1, фиг. 1) в скв. Западно-Иркинская-1.

Зона *Surites analogus* средней части рязанского яруса (K_1r^3). Присутствие зоны установлено по находке не определенных до вида раковины аммонитов рода *Surites* в скв. Западно-Иркинская-1.

Зона *Bojarkia mesezhnikowi* верхней части рязанского яруса (K_1r^4). Присутствие зоны установлено по находке ядра раковины *Bojarkia cf. mesezhnikowi* Schulgina (см. табл. 1, фиг. 8) в скв. Пайяхская-4.

Зона *Tollia tolli* верхов рязанского яруса (K_1r^5). Присутствие зоны установлено по находке раковины аммонита плохой сохранности рода *Tollia* (см. табл. 1, фиг. 2) в скв. Пайяхская-4 и Западно-Иркинская-1.

Нижняя зона валанжина *Neotollia klimovskiensis* ($K_1v_1^1$). Присутствие зоны установлено по находке ви-

дов *Neotollia cf. sibirica* (Klimova) (см. табл. 1, фиг. 7) и *Temnoptychites sp. ind.* в скв. Западно-Иркинская-2. Распространение вида *Neotollia sibirica* ограничено нижней зоной валанжина ($K_1v_1^1$). Распространение рода *Temnoptychites* шире, включает также аммонитовые зоны нижнего валанжина *Propolyptychites quadrifidus* и *Euryptychites astierptychus*, однако в них он встречается редко (Богомолов, 1989).

Зоны по двустворчатым моллюскам

Зона *Buchia okensis*. Комплекс включает в себя виды *Buchia okensis* (Pavlow) (см. табл. 1, фиг. 3, 4), *B. volgensis* (Lahusen), *Inoceramus ex gr. subplanus* Zakh. et Turb. I. cf. *taimyricus* Zakh. Совместный интервал распространения двустворок *Buchia okensis* (Pavlow), *B. volgensis* (Lahusen) соответствует нижней части рязанского яруса, зоне *Hectoroceras kochi*. Стратиграфическое распространение встреченных иноцерамид включает в себя рязанский ярус целиком, однако *Inoceramus subplanus* Zakh. et Turb. распространен преимущественно

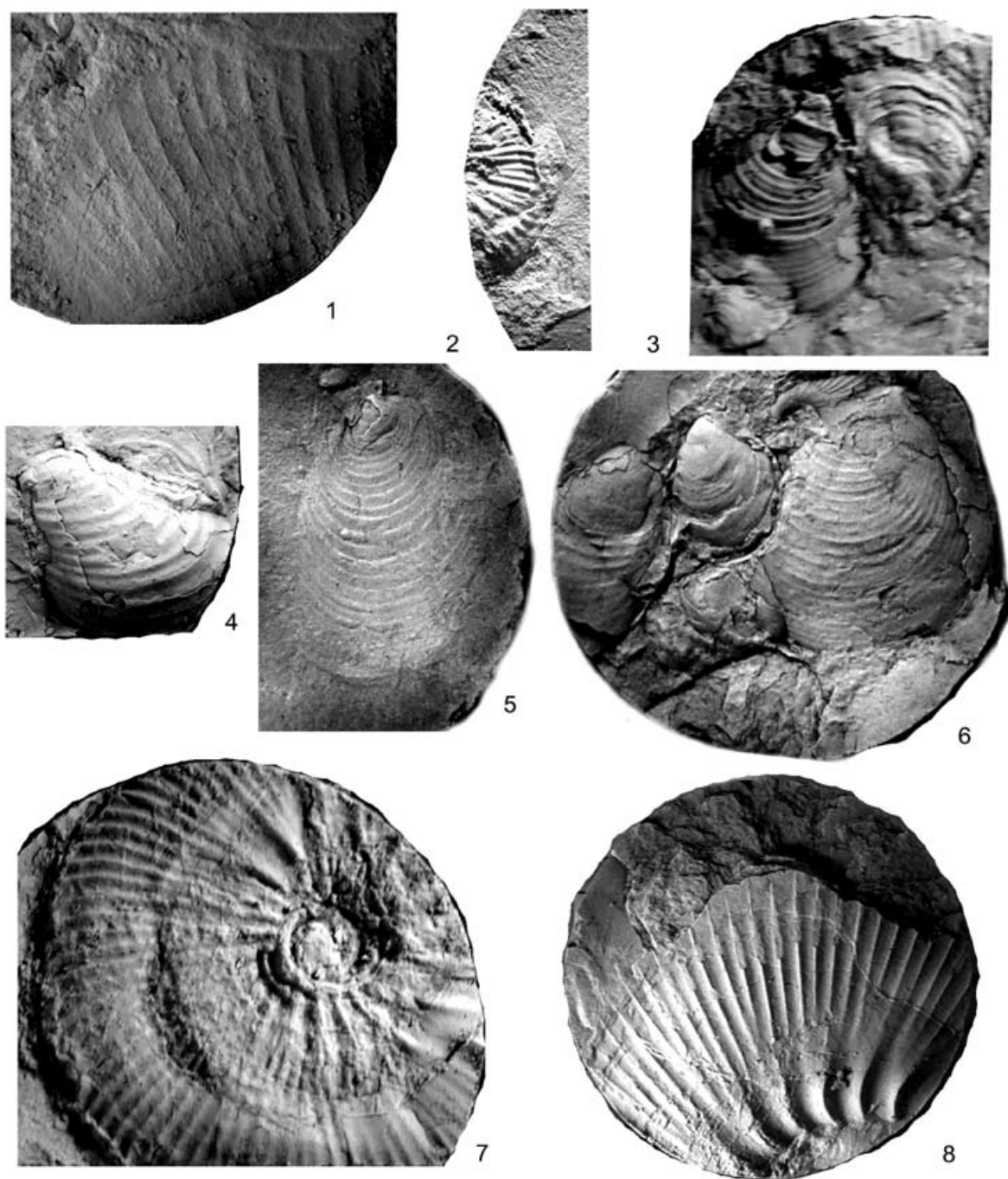


Таблица 1.

Фиг. 1. *Hektoroceras* sp. ind. Экз. 31-ЗИ-4/5. Скви. Западно-Иркинская-1, интервал 4051–4089 м, 9.9 м от верха интервала, обр. 31-ЗИ-4/5; шуратовская свита, рязанский ярус, зона *Hektoroceras kochi*.

Фиг. 2. *Tollia* sp. ind. Экз. 31-ЗИ-3/1. Скви. Западно-Иркинская-1, интервал 4033–4051 м, 0.8 м от верха интервала, обр. 31-ЗИ-3/1; шуратовская свита, рязанский ярус, зона *Tollia tolli*.

Фиг. 3. *Buchia okensis* (Pavlow), *B. volgensis* (Lahusen). Экз. 31-ЗИ-12/8. Скви. Западно-Иркинская-1, интервал 4204–4219 м, 6.2 м от верха интервала, обр. 31-ЗИ-12/8, шуратовская свита, рязанский ярус, зона *Hektoroceras kochi*.

Фиг. 4. *Buchia okensis* (Pavlow). Экз. 31-ЗИ-12/18. Скви. Западно-Иркинская-1, интервал 4204–4219 м, 11.1 м от верха интервала, обр. 31-ЗИ-12/18, шуратовская свита, рязанский ярус, зона *Hektoroceras kochi*.

Фиг. 5. *Buchia mosquensis* (Buch). Экз. 4 Пх-24. Скви. Пайяхская-4, интервал 3552.0–3566.5 м, место взятия 1.0 м от верха интервала, яновстанская свита. Верхняя юра; волжский ярус, средний подъярус.

Фиг. 6. *Buchia volgensis* (Lahusen). Экз. 4 Пх-59. Скви. Пайяхская-4, интервал 3373.5–3389.0 м, место взятия 7.8 м от верха интервала, шуратовская свита. Нижний мел, рязанский ярус, средняя и верхняя часть яруса.

Фиг. 7. *Neotollia* cf. *sibirica* (Klimova). Экз. 32-3Ирк-12. Скви. Западно-Иркинская-2, глубина 3516.45 м, 0.45 м от верха интервала, обр. 32-3И-12; нижнехетская свита, нижневаланжинский подъярус, зона *Neotollia klimovskiensis*.

Фиг. 8. *Borealites* ? *Tollia* ? sp.ind. Экз. 4 Пх-61. Скви. Пайяхская-4, интервал 3373.5–3389.0 м, место взятия 7.8 м от верха интервала, шуратовская свита. Нижний мел, рязанский ярус, средняя и верхняя часть яруса.

Все экземпляры хранятся в эталонной палеонтологической коллекции ООО “ТННЦ”.

В табл. 1 все экземпляры изображены в натуральную величину.

в нижней части яруса (Захаров, Турбина, 1979), *Inoceramus taimyricus* Zakh. наиболее часто встречается в верхней части рязанского яруса и основании валанжина. Аналоги зоны установлены в скв. Западно-Иркинская-2.

Зона *Buchia volgensis*. Двустворки представлены видом *Buchia volgensis* (Lahusen) (см. табл. 1, фиг. 6). Зона установлена в скв. Пайяхская-4.

Зоны по фораминиферам

Зона JF52 *Ammodiscus veteranus*, *Evolutinella emeljanzevi*. В комплексе доминирует вид *Trochammina rosacea* Zaspelova. Присутствие в составе комплекса характерных видов *Recurvoides praeobskiensis* Dain et Bulynnikova, *Trochammina misinovi* Levina, *Trochammina rosacea* Zaspelova позволяет сопоставить его с зональным комплексом верхневолжского подъяруса Сибири *Ammodiscus veteranus*, *Evolutinella emeljanzevi*. Слои установлены в скв. Западно-Иркинская-1.

Слои с *Recurvoides romanovae*. Доминируют виды *Gaudryinopsis* aff. *gerkei*, *Cribrostomoides praevolubilis*, *C. umbonatus*. Стратиграфическое положение вмещающих комплекс отложений уточняют присутствие в комплексе видов *Recurvoides romanovae*, *Cribrostomoides umbonatus*, *Cribrostomoides praevolubilis*, *Ammobaculites gerkei*, *Lenticulina* cf. *pseudoarctica*, характерных для зоны *Recurvoides romanovae* и отвечающих полному объему рязанского яруса Сибири (Постановления., 2006). Слои установлены в скв. Западно-Иркинская-1.

Слои с *Trochammina polymera*. В составе комплекса слоев преобладают фораминиферы видов *Saccammina complanata* (Franke) и *Verneuilioides kansasensis* Loeblich et Tappan. Присутствуют характерные виды слоев с *Trochammina polymera* верхней зоны рязанского яруса *Tollia tolli*. Это вид-индекс и вид *Verneuilioides kansasensis* Loeblich et Tappan, распространенный в Западной Сибири в пограничных слоях рязанского яруса и валанжина. Слои установлены в скв. Западно-Иркинская-2.

Слои с *Trochammina sibirica*, *Trochammina* cf. *gyroidiniformis*. В составе комплекса доминируют представители рода *Trochammina* (*sibirica*, aff. *rosaceaformis*, *gyroidiniformis*) и *Recurvoides paucus*, *Evolutinella sinuosa*. Состав комплекса и присутствие в доминантной группе характерных видов *Trochammina sibirica*, *T. gyroidiniformis* позволяют сопоставить его с одноименной зоной нижнего валанжина Сибири (Булыникова и др., 1990).

ДАННЫЕ СЕЙСМОПРОФИЛИРОВАНИЯ И ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ СКВАЖИН

Сейсмостратиграфические построения проводились на основе биостратиграфических и литостратиграфических данных, а также результатов ГИС. Построение двумерной модели слоистой структуры пограничных отложений юры и мела выполнено путем прослеживания маркирующих глинистых горизонтов: баженовского (bg), лабазного (lb) и самбургского (smb) (рис. 4).

Затем были построены поверхности, отвечающие маркирующим горизонтам. Каждому маркирующему горизонту – выдержанной в пространстве пачке глин – отвечает один или несколько отражающих горизонтов (ОГ).

В нижней части баженовского маркирующего горизонта прослеживается ОГ Б, которому отвечает отрицательный экстремум сейсмической записи переменной интенсивности, уверенно фиксирующийся на большей части изучаемой территории. Согласно биостратиграфическим данным по скв. Западно-Иркинская-1, поверхность ОГ Б приблизительно соответствует границе между волжским и рязанским ярусами.

В нижней части шуратовской свиты прослежен маркирующий лабазный (lb) горизонт. ОГ lb выделяется в подошве маркирующей глинистой пачки. Биостратиграфические данные по скв. Западно-Иркинская-1 позволяют отнести лабазный маркирующий горизонт к пограничным слоям рязанского и валанжинского ярусов.

Отложения нижней части рязанского яруса, отвечающие кровельной части яновстанской свиты, заключены между ОГ Б и ОГ Бян. Толщины нижнего рязания на юго-восточном крае ЕХРП достигают 150 м, что не характерно для рязанского яруса, который на большей части Западной Сибири является достаточно маломощным (не более 30 м) (Маринов и др., 2006). В направлении на запад и север мощности быстро сокращаются и отложения полностью выклиниваются на расстоянии не более 10 км от края участка. Аналогичное строение имеет весь рязанский ярус (рис. 5), который рассматривается как комплекс отложений между баженовским и лабазным маркирующими горизонтами. Его максимальные толщины вблизи южной границы участка достигают 400 м и развиты в пределах вытянутой впадины, осложненной рядом погружений и структурных носов (рис. 6).

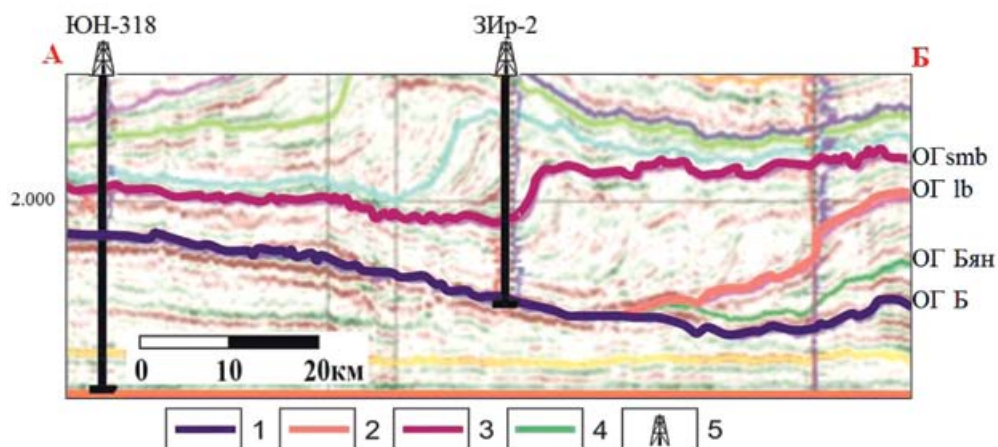


Рис. 4. Субмеридиональный сейсмический разрез по линии А–Б (см. рис. 1).

1–4 – положение маркирующих горизонтов: 1 – баженовский (Б), 2 – лабазный (lb), 3 – самбургский (smb), 4 – кровля яновстанской свиты (Бян); 5 – опорные скважины на профиле.

Fig. 4. Submeridional seismic section along A–B line (see Fig. 1).

1–4 – position of reflectors: 1 – Bazhenov (B), 2 – Labazny (lb), 3 – Sambursky (smb), 4 – top of the Yanovstanskaya Fm (Byan); 5 – reference wells along the line.

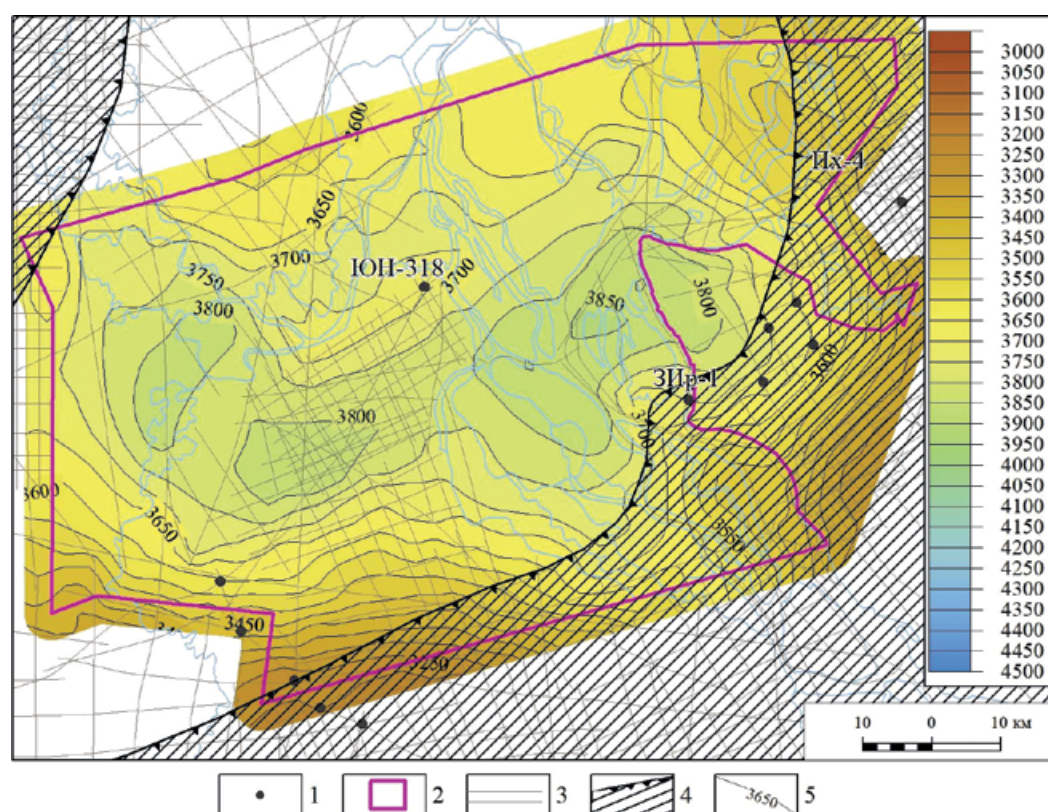


Рис. 5. Структурная карта по поверхности Бян, совмещенная с ОГ Б.

1 – скважины, вскрывшие отложения; 2 – Западно-Иркинский ЛУ; 3 – линии профилей; 4 – область распространения отложений яновстанской свиты (Бян); 5 – изохоры, м.

Fig. 5. Structural map on the Byan surface, combined with Reflector B.

1 – wells that have penetrated the unit; 2 – West Irkinsky license block; 3 – profile lines; 4 – area of Yanovstanskaya Fm deposits (Byan); 5 – isochores, m.

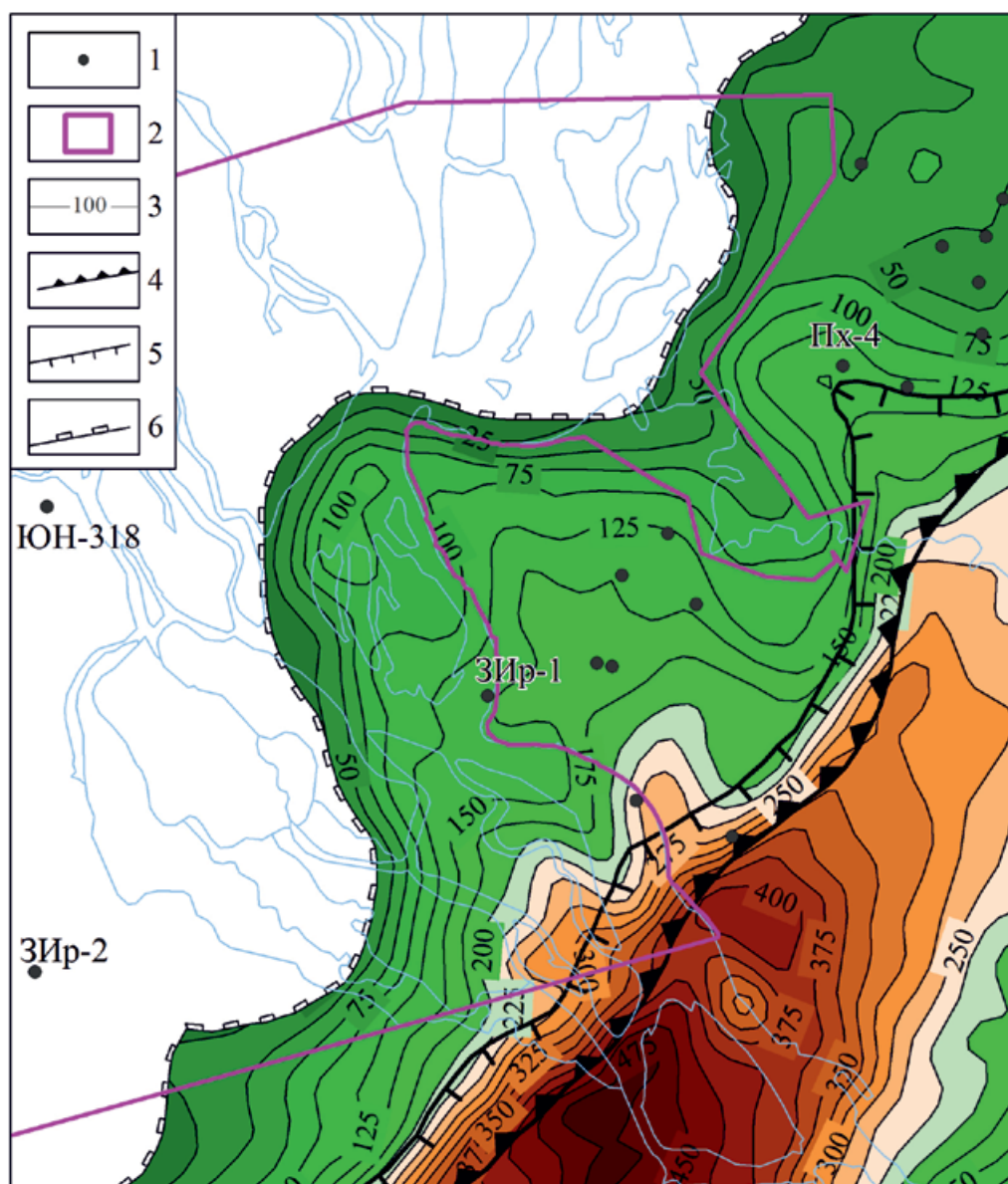


Рис. 6. Карта толщин отложений рязанского яруса.

1 – скважины, вскрывшие отложения; 2 – Западно-Иркинский ЛУ; 3 – изопахиты, м; 4 – бровка палеошельфа; 5 – подножие склона; 6 – линия выклинивания отложений.

Fig. 6. Thickness map of Ryazanian stage.

1 – wells that have penetrated the unit; 2 – West Irkinsky license block; 3 – Isopach lines, m; 4 – edge of paleoshelf; 5 – foot of the slope; 6 – pinch-out line.

Поверхность ОГ Ib имеет контрастный рельеф, который интерпретируется нами как переход от бровки палеошельфа к подножию склона. Затем в северо-восточном направлении на исследуемой территории отложения быстро выклиниваются и в центральной части района работ отсутствуют. Дальнейшая проградация клиноформного комплекса с юго-востока на северо-запад связана с формированием отложений валанжина.

ОГ Бян и ОГ Ib сливаются с ОГ Б и образуют единую поверхность, сформировавшуюся в результате размыва рязанских и более древних отложений. Это событие, получившее название предваланжинского размыва, ранее было установлено в Гыданском районе, на Мессояхской наклонной гряде (Конторович, 2011). Оно отражает эпизод тектонической активизации на рубеже юры и мела, образования ряда локальных поднятий, подвергших-

ся процессам эрозии, и выражено на сейсмических разрезах в виде субаэральной поверхности. Поднятия были разделены впадинами, в которые сносился поступающий обломочный материал.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮРЫ И МЕЛА

В начале рязанского века в арктических районах Западной Сибири продолжалась трансгрессия моря и происходило углубление морского бассейна седиментации в северо-западном направлении (Шемин и др., 2018), в это же время начали активироваться тектонические процессы и формировался горный рельеф. Воздымание Сибирского кратона и усиление сноса обломочного материала на востоке палеобассейна привели к формированию глинистой яновстанской свиты, имеющей на территории участка клиноформный облик.

Яновстанская свита изучена по керну скв. Западно-Иркинская-1 в интервале глубин 4213–4280 м (рис. 7). В кремнисто-глинистой породе отмечаются мелкие стяжения пирита по ходам илоедов *Chondrites* (рис. 7а), онихиты, ихтиодетрит, раковинный детрит, редкие белемниты (рис. 7б), раковины двустворок *Buchia*. Комплекс остатков макрофауны, а также находки трохамминидовых ассоциаций фораминифер подтверждают формирование яновстанской свиты в морских обстановках с низким уровнем гидродинамики, нормальной соленостью вод и дефицитом кислорода в придонном слое. На западной периферии ЕХРП выявлены гаплофрагмидовые сообщества фораминифер, характерные для умеренно глубоководной зоны со стабильной соленостью.

Шуратовская свита. В результате детального седиментологического описания керна скважин Западно-Иркинской, Иркинской, Аномальной и других площадей установлено, что отложения рязанского яруса формировались в глубоководных условиях с образованием конусов выноса и турбидитовых каналов (рис. 8).

Турбидитовые и кревассовые каналы сложены песчаниками тонко- и мелкозернистыми преимущественно массивными (см. рис. 7д), часто с глинистыми интракластами, с эрозивной подошвой. Отложения прирусловых валов представлены алевролитами и аргиллитами с прослоями песчаников с горизонтальной и мелкой косою слоистостью, с текстурами пластических деформаций. При переливе из канала турбидитового потока через прирусловый вал образуются кревассовые каналы и лопасти (пески разлива). Для последних характерны дебрисные (см. рис. 7в), мелкослоистые и блюдцеобразные (см. рис. 7г) текстуры. Лопасти представляют собой надстраиваемые циклиты с постепенным утолщением песчаных слоев вверх по разрезу.

Фронтальная, осевая часть лопасти представлена песчаниками мелкозернистыми, тонко- и мелкозернистыми, преимущественно массивными, в них встречаются глинистые интракласты. По мере удаления от осевой зоны лопасти происходит увеличение количества и толщин глинистых прослоев. Медианная часть лопасти представлена песчаниками мелко- и тонкозернистыми с горизонтальной, градиционной и мелкой косою слоистостью (см. рис. 7е), дебрисной текстурой, с прослоями алевролитов мелкозернистых глинистых. Дистальная часть лопасти сложена тонкослоистыми глинистыми алевролитами. Межлопастные отложения представлены аргиллитами и алевролитами глинистыми микрослоистыми (см. рис. 7ж). Отложения латеральной части лопасти слагают преимущественно песчаниками тонкозернистыми, тонко- и мелкозернистыми с косою и горизонтальной слоистостью, с прослоями алевролитов.

ВЫВОДЫ

1. Бурение двух скважин с большим выходом керна в западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба позволило получить новые материалы по геологии района, уточняющие строение пограничного интервала юрско-меловых отложений на основе прослеживания реперных отражающих горизонтов и уточнения возрастных датировок маркирующих глинистых пачек.

2. Биостратиграфические исследования позволили обосновать зональное расчленение разреза рязанского яруса (нижнехетской и нижней части шуратовской свит). Выделены аналоги зональных подразделений рязанского яруса по аммонитам, двустворчатым моллюскам и фораминиферам.

3. Детальный седиментологический и палеоэкологический анализы керна скважин Западно-Иркинской площади и прилегающих площадей позволили уточнить условия формирования яновстанской свиты и низов шуратовской/нижнехетской свит рязанского яруса.

4. Отложения яновстанской свиты накапливались в относительно глубоководных условиях морского бассейна. Формирование пластов группы НХ происходило в условиях глубоководных конусов выноса с многоточечным источником питания. Установлен глинисто-песчаный тип турбидитной системы с многоточечным источником питания. Конусы выноса в разрезе скважин 1 и 2 Западно-Иркинской площади имеют разный возраст и гидродинамически не связаны. Главной питающей провинцией в рязанском веке служили приподнятые территории Сибирской платформы.

5. По результатам сейсморазведки подтверждается клиноформное строение отложений нижней части шуратовской свиты с проградацией отложений комплекса в направлении с юго-востока на северо-запад.

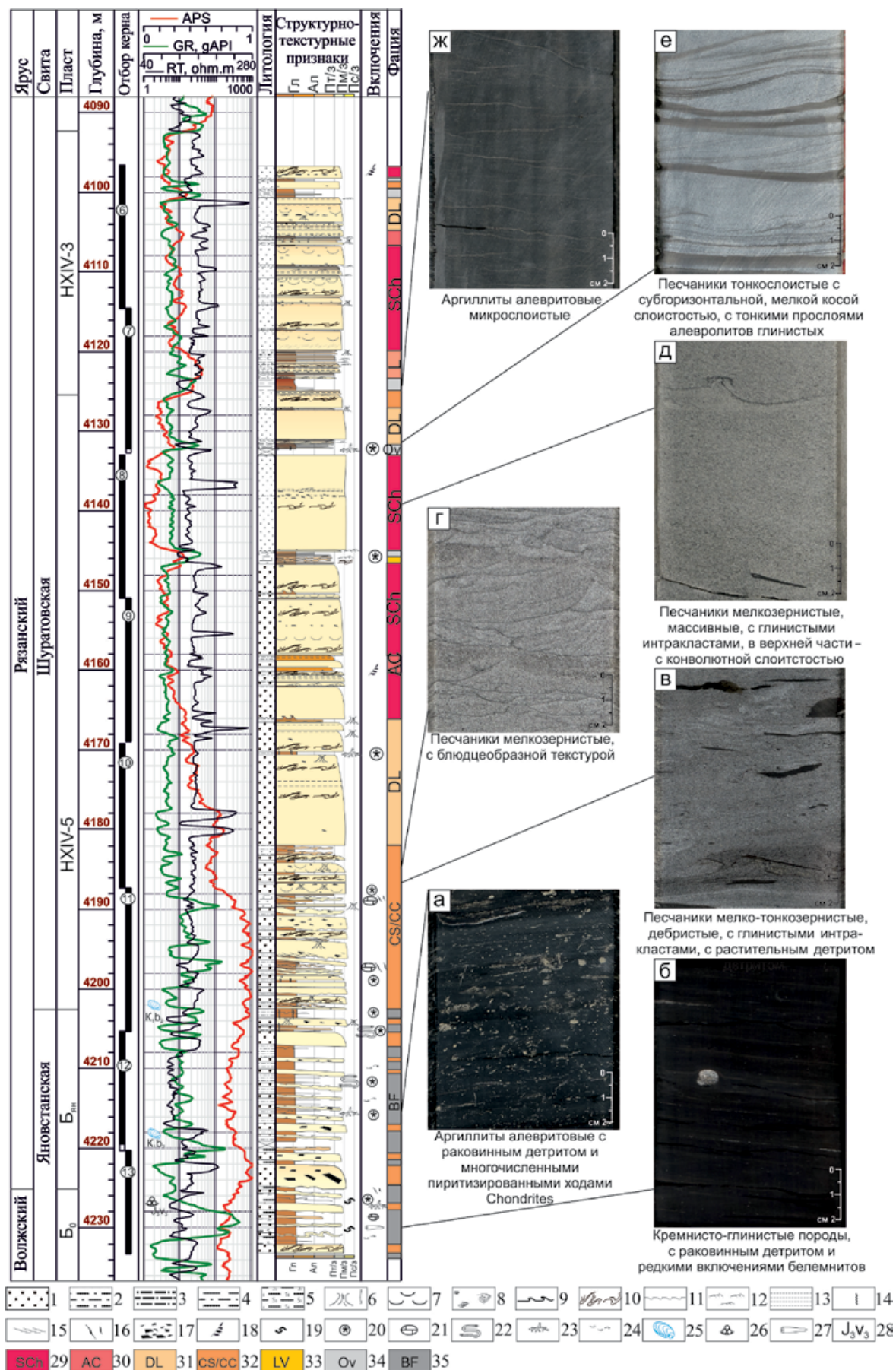


Рис. 7. Фрагмент седиментологической колонки по скв. Западно-Иркинская-1.

1 – песчаники; 2 – алевролиты; 3 – алевролиты мелкозернистые глинистые, аргиллиты алевроитовые; 4 – аргиллиты алевроитовые; 5 – кремнисто-глинистые породы; 6 – трубки обезвоживания; 7 – блюдцеобразные текстуры; 8 – песчаные роллы; 9 – текстуры нагрузки; 10 – конволютная слоистость; 11 – эрозионный контакт; 12 – восходящая рябь течений; 13 – субгоризонтальная слоистость; 14 – биотурбационная текстура; 15 – косая слоистость; 16 – трещины, залеченные кальцитом; 17 – глинистые интракласты; 18 – растительный детрит; 19 – литокласты; 20 – стяжения пирита; 21 – карбонатные конкреции; 22 – *Helmintopsis*; 23 – *Chondrites*; 24 – раковинный детрит; 25 – двустворчатые моллюски; 26 – фораминиферы; 27 – ростры белемнитов; 28 – возрастные датировки. Фации: 29 – турбидитовый канал; 30 – отмирание турбидитового канала; 31 – лопасти; 32 – кривоссы отложения каналов и лопастей; 33 – прирусловый вал; 34 – межлопастные глинистые отложения; 35 – глубоководная равнина (дно бассейна).

Fig. 7. Fragment of the sedimentary log for well West-Irkinskaya-1.

1 – sandstones; 2 – siltstones; 3 – fine-grained clayey siltstones, silty mudstones; 4 – silty mudstone; 5 – siliceous-clayey rocks; 6 – fluid escape pipes; 7 – dish structures; 8 – sand rolls; 9 – load casts; 10 – convolute bedding; 11 – unconformity; 12 – climbing current ripples; 13 – subhorizontal bedding; 14 – bioturbation structure; 15 – cross bedding; 16 – fractures filled with calcite; 17 – clayey intraclasts; 18 – plant detritus; 19 – lithoclasts; 20 – pyrite concretions; 21 – carbonate nodules; 22 – *Helmintopsis*; 23 – *Chondrites*; 24 – shell detritus; 25 – bivalves; 26 – foraminifera; 27 – belemnites; 28 – age dating. Facies: 29 – turbidite channel; 30 – abandoned channel; 31 – lobes; 32 – crevasse deposits of channels and lobes; 33 – levee; 34 – inter-fan clay deposits; 35 – basin floor.

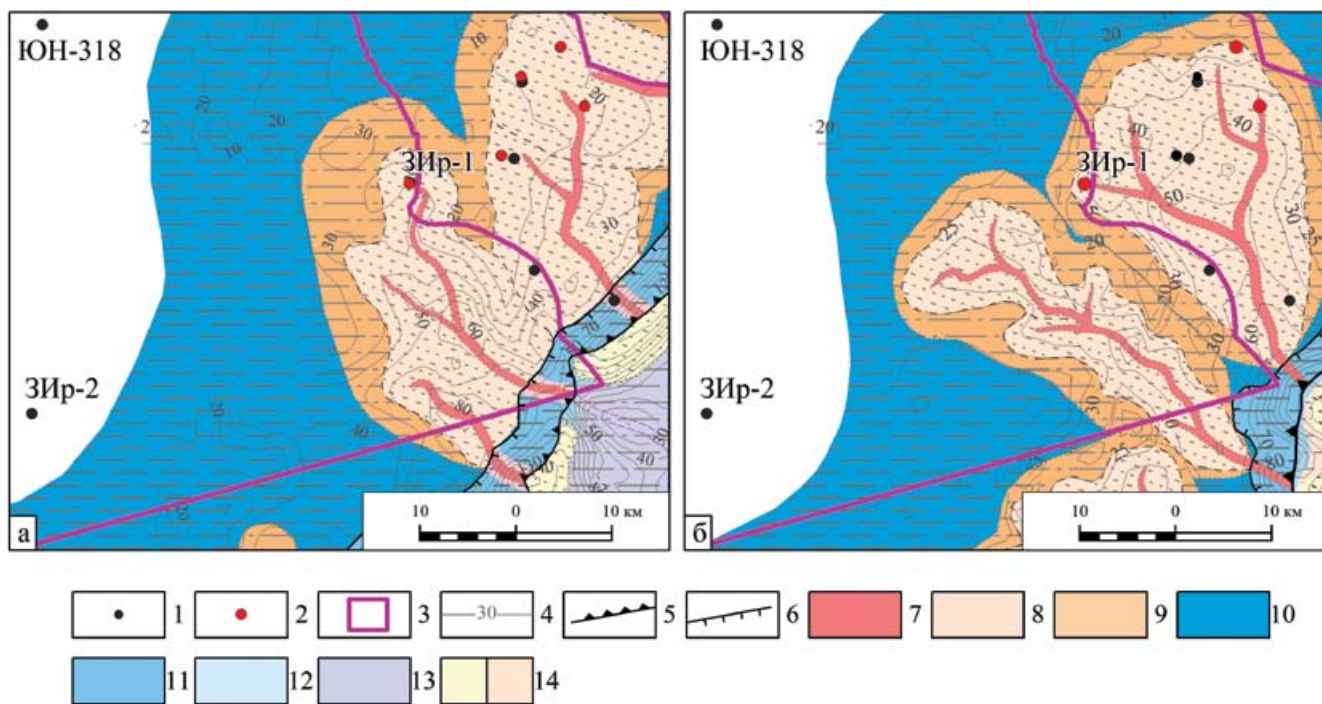


Рис. 8. Литолого-фациальные схемы пластов. НХ-IV-5 (а) и НХ-IV-3 (б) (рязанский ярус, низы шуратовской свиты) западной части ЕХРП.

1 – скважины, вскрывшие отложения; 2 – скважины с керном; 3 – Западно-Иркинский ЛУ; 4 – изохоры, мс; 5 – бровка палеошельфа; 6 – подножие аккумулятивного склона; 7 – турбидитовый канал; 8 – проксимальная часть лопасти; 9 – дистальная часть лопасти; 10 – межлопастные отложения; 11 – склон; 12 – мелководно-морской бассейн; 13 – проксимальная и дистальная части фронта дельты.

Fig. 8. Lithological-facies maps. NKh-IV-5 (a) and NKh-IV-3 (b) (Ryazanian stage, lower part of Shuratovskaya Fm) of the western part of the Yenisei-Khatanga regional trough.

1 – wells that penetrated the deposits; 2 – cored wells; 3 – West Irkinsky license block; 4 – isochores, ms; 5 – edge of the paleoshelf; 6 – foot of the accumulative slope; 7 – turbidite channel; 8 – proximal lobe; 9 – distal lobe; 10 – inter-fan deposits; 11 – slope; 12 – shallow sea basin; 13 – proximal and distal parts of delta front.

6. Полученные результаты позволили установить начало формирования клиноформных отложений и выделить основные перспективные объекты западной части ЕХРП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев В.П. (2002) Литолого-фациальный анализ. Екатеринбург, Изд-во УГГГА, 147 с.
- Афанасенков А.П., Бордюг А.В., Никишин А.М., Танинская Н.В., Шиманский В.В., Бордунов С.И. (2018) Уточнение палеогеографии севера Сибирской платформы с учетом новых данных. *Геология нефти и газа*, (2), 5-22.
- Барабошкин Е.Ю. (2004) Нижнемеловой аммонитовый зональный стандарт Бореального пояса. *Бюлл. МОИП, отдел геол.*, 79(5), 44-68.
- Барабошкин Е.Ю., Найдин Д.П., Бенъямовский В.П., Герман А.Б., Ахметьев М.А. (2007) Проливы Северного полушария в мелу и палеогене. М: Изд-во геол. ф-та МГУ, 182 с.
- Богомолов Ю.И. (1989) Полиптихиты (аммониты) и биостратиграфия бореального валанжина. Новосибирск: Наука, 198 с.
- Булыникова С.П., Комиссаренко В.К., Белоусова В.А., Богомякова Е.Д., Рылкова Г.Е., Тылкина К.Е. (1990) Фораминиферы. *Атлас моллюсков и фораминифер морских отложений верхней юры и неокома Западно-Сибирской нефтегазоносной области*. Т. 2, М.: Недра, 359 с.
- Глаголев П.Л., Мазанов В.Ф., Михайлова М.П. (1994) Геология и нефтегазоносность Енисей-Хатангского прогиба. М.: ИГРГИ, 118 с.
- Захаров В.А., Турбина А.С. (1979) Раннеэокомские иноцерамиды Северной Сибири и их роль в донных сообществах. Новосибирск: Наука, 23-142. (Тр. ИГГ СО РАН, вып. 411).
- Конторович В.А. (2011) Тектоника и нефтегазоносность западной части Енисей-Хатангского прогиба. *Геология и геофизика*, 52(8), 1027-1050.
- Маринов В.А., Меледина С.В., Дзюба О.С., Урман О.С., Языкова О.В., Лучинина В.А., Замирайлова А.Г., Фомин А.Н. (2006) Биофациальный анализ верхнеюрских и нижнемеловых отложений центральных районов Западной Сибири. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 14(4), 63-74.
- Постановления межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 36. (2006) СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 64 с.
- Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири Триасовая и юрская системы. (2004) Новосибирск: СНИИГиМС, 114 с.
- Рогов М.А., Захаров В.А., Ершова В.Б. (2011) Детальная стратиграфия пограничных юрско-меловых отложений нижнего течения р. Лена (Якутия) по аммонитам и бухиям. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 19(6), 67-88.
- Урман О.С., Шурыгин Б.Н., Дзюба О.С. (2019) Новые палеонтолого-стратиграфические данные по рязанскому региону в разрезах на р. Ока (Центральная Россия). *Изв. Саратов. ун-та. Нов. серия. Серия: Науки о Земле*, 19(4), 279-290.
- Чернова О.С. (2008) Литолого-фациальный и формационный анализ нефтегазоносных толщ: Учеб. пособ. по короткому курсу. Томск: ЦППС НД, 250 с.
- Шемин Г.Г., Ведерников В.А., Москвин В.И., Вакуленко Л.Г., Деев Е.В., Первухина Н.В. (2018) Литолого-палеогеографические реконструкции юрского периода севера Западно-Сибирского осадочного бассейна. *Геология нефти и газа*, (6), 35-61.
- Шестакова Н.И., Ершов С.В., Бардачевский В.Н. (2020) Критерии нефтегазоносности в ачимовских отложениях гыданского полуострова. *Геофиз. технологии*, (4), 4-31.
- Catuneanu O. (2006) Principles of sequence stratigraphy. Elsevier Sci. Ltd., Amsterdam, 375 p.
- Knaust D., Bromley R.G. (2012) Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments. *Dev. Sediment.*, 64, 923 p.
- Nikitenko B.L., Reolid M., Glinskikh L.A. (2013). Ecostratigraphy of benthic foraminifera for interpreting Arctic record of Early Toarcian biotic crisis (Northern Siberia, Russia). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 376, 200-212.
- Reding H.G., Richards M. (1994) Turbidite Systems in Deep-Water Basin Margins Classified by Grain Size and Feeder System. *AAPG Bull.*, 78(5), 792-822.
- Spychala Y., Hodgson D.M., Prelat A., Kane I., Flint S., Mountney N. (2017) Frontal and Lateral submarine lobe fringes: Comparing sedimentary facies, architecture and flow processes. *J. Sediment. Res.*, 87, 75-96.

REFERENCES

- Afanasenkov A.P., Bordyug A.V., Nikishin A.M., Taninskaya N.V., Shimansky V.V., Bordunov S.I. (2018), Updating the paleogeography of the north of the Siberian platform with new data. *Geologiya Nefti i Gaza*, (2), 5-22. (In Russ.)
- Alekseev V.P. (2002) Lithological and facies analysis. Ekaterinburg, UGGA Publ., 147 p. (In Russ.)
- Baraboshkin E.Yu. (2004) Lower Cretaceous ammonite zonal standard of the Boreal belt. *Bull. MOIP, Otdel. Geol.*, 79(5), 44-68. (In Russ.)
- Baraboshkin E.Yu., Naidin D.P., Ben'yamovskii V.P., German A.B., Akhmet'ev M.A. (2007) Straits of the Northern Hemisphere in the Cretaceous and Paleogene. Moscow, Publishing house of the Geological Faculty of Moscow State University, 182 p. (In Russ.)
- Bogomolov Yu.I. (1989) Polyptychites (ammonites) and biostratigraphy of the Boreal Valanginian. Novosibirsk, Nauka Publ., 198 p. (In Russ.)
- Bulynnikova S.P., Komissarenko V.K., Belousova V.A., Bogomyakova E.D., Rylkova G.E., Nylkina K.E. (1990) Foraminifera. Atlas of mollusks and foraminifera of marine sediments of the Upper Jurassic and Neocomian of the West Siberian petroleum region. V. 2. Moscow, Nedra Publ., 359 p. (In Russ.)
- Catuneanu O. (2006) Principles of sequence stratigraphy. Elsevier Sci. Ltd., Amsterdam, 375 p.
- Chernova O.S. (2008) Lithological-facies and formation analysis of oil and gas bearing strata: Textbook for a short course. Tomsk, TsPPS ND Publ., 250 p. (In Russ.)
- Decision of the 6th Interdepartmental Stratigraphic Meeting on the consideration and adoption of modified stratigraphic

- schemes of Mesozoic deposits of West Siberia. Triassic and Jurassic systems. (2004) Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 114 p. (In Russ.)
- Glagolev P.L., Mazanov V.F., Mikhailova M.P. (1994) Geology and oil and gas potential of the Yenisei-Khatanga Trough. Moscow, IGRGI Publ., 118 p. (In Russ.)
- Knaust D., Bromley R.G. (2012) Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments. *Dev. Sediment.*, V. 64, 923 p.
- Kontorovich V.A. (2011). Tectonics and oil and gas content of the western part of the Yenisei-Khatanga Trough. *Geol. Geofiz.*, **52**(8), 1027-1050. (In Russ.)
- Marinov V.A., Meledina S.V., Dzyuba O.S., Urman O.S., Yazikova O.V., Luchinina V.A., Zamirailova A.G., Fomin A.N. (2006) Biofacial analysis of Upper Jurassic and Lower Cretaceous deposits of central regions of Western Siberia. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **14**(4), 63-74. (In Russ.)
- Nikitenko B.L., Reolid M., Glinskikh L.A. (2013). Ecostratigraphy of benthic foraminifera for interpreting Arctic record of Early Toarcian biotic crisis (Northern Siberia, Russia). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **376**, 200-212.
- Reding H.G., Richards M. (1994) Turbidite Systems in Deep-Water Basin Margins Classified by Grain Size and Feeder System. *AAPG Bull.*, **78**(5), 792-822.
- Resolutions of the interdepartmental stratigraphic committee and its standing commissions. (2006) St.Petersburg, VSEGEI Publishing house. Iss. 36, 64 p. (In Russ.)
- Rogov M.A., Zakharov V.A., Ershova V.B. (2011). Detailed stratigraphy of the boundary Jurassic-Cretaceous deposits of the lower reaches. Lena River (Yakutia) on ammonites and bukhia. *Stratigr. Geol. Korrel.* **19**(6), 67-88. (In Russ.)
- Shemin G.G., Vedernikov V.A., Moskvina V.I., Vakulenko L.G., Deev E.V., Pervukhina N.V. (2018) Lithological-paleogeographic reconstructions of the Jurassic period in the north of the West Siberian sedimentary basin. *Geologiya Nefti i Gaza*, (6), 35-61. (In Russ.)
- Shestakova N.I., Ershov S.V., Bardachevsky V.N. (2020) Criteria of oil and gas potential in the Achimov deposits of the Gydan semi-peninsula. *Geofiz. Tekhnologii*, (4), 4-31. (In Russ.)
- Shurygin B.N., Dzyuba O.S. (2015) Jurassic-Cretaceous boundary in northern Siberia and Boreal-Tethyan correlation of near-boundary strata. *Geologiya i Geofizika*, **56**(4), 830-844. (In Russ.)
- Shurygin B.N., Nikitenko B.L., Devyatov V.P., Il'ina V.I., Meledina S.V., Gaideburova E.A., Dzyuba O.S., Kazakov A.M., Mogucheva N.K. (2000) Stratigraphy of Siberian petroleum basins. Jurassic system. Novosibirsk, SB RAS PH, Geo branch, 480 p. (In Russ.)
- Spychala Y., Hodgson D.M., Prelat A., Kane I., Flint S., Mountney N. (2017) Frontal and Lateral submarine lobe fringes: Comparing sedimentary facies, architecture and flow processes. *J. Sediment. Res.*, **87**, 75-96.
- Urman O.S., Shurygin B.N., Dzyuba O.S. (2019) New paleontological and stratigraphic data on the Ryazan region in the sections on Oka River. (Central Russia). *Izvestiya Saratov. Univ. Novaya ser. Seriya: Nauki o Zemle*, **19**(4), 279-290. (In Russ.)
- Zakharov V.A., Turbina A.S. (1979) Early Neocomian inoceramids of Northern Siberia and their role in bottom communities. Novosibirsk, Nauka Publ. Proc. IGG SB RAS, V. 411, 23-142. (In Russ.)