https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-1-75-89
УДК 551.31+ 552.086

Check for updates
CC BY 4.0

СОСТАВ И СТРОЕНИЕ НЕПСКОЙ И ТИРСКОЙ СВИТЫ ПРИЛЕНСКО-НЕПСКОЙ СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНЫ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

А.В. ПЛЮСНИН*, М.И. ГЁКЧЕ

ООО «Иркутская нефтяная компания»
4, Большой литейный проспект, г. Иркутск 664007, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Детализация строения осадочных формаций территории Сибирской платформы на основе новых литолого-петрографических исследований керна представляется весьма актуальной как в науке, так и в прикладном направлении для создания геологических моделей с целью проведения поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Цель — характеристика и сравнение вещественного состава верхнего венда центральной и южной части Приленско-Непской структурно-фациальной зоны.

Материалы и методы. Изучен керновый материал с территории Преображенской, Верхнеченской, Даниловской, Ярактинской и других площадей. В основу написания статьи легли: результаты послойного литологического описания керна 15 скважин с суммарным выходом керна 560 м в интервале непского и тирского горизонтов; петрографический анализ шлифов — 540 штук, определение гранулометрического состава пород методом лазерного светорассеивания — 220 проб, рентгеноструктурный анализ — 540 проб.

Результаты. Непская свита представлена следующими литотипами: конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Разрез южной части структурно-фациальной зоны, в отличие от центральной, характеризуется повышенной глинизацией, что связано с расположением данной зоны в переходных прибрежно-морских обстановках, где происходила разгрузка крупных речных систем, которые выносили песчано-глинистый материал в бассейн. Источником сноса терригенных пород являлись магматические породы кислого состава. Разрез тирского горизонта центральной части снизу вверх представлен переходом от аргиллитов, алевролитов до доломитов. В разрезе южной части: в основании залегают базальные песчаники, вверх по разрезу сменяющиеся глинисто-карбонатными породами.

Заключение. Вещественный состав изучаемых отложений отражает особенности осадконакопления в непское и тирское время. Впервые произведено разделение тирской свиты южной части структурно-фациальной зоны на четыре литологические пачки. Формирования базальных песчаных пород в подошве подсвит связаны с этапами тектонической активности, положительными тектоническими движениями, которые инициировали относительно быстрое выветривание и транспортировку с прилегающих возвышенностей терригенного материала в бассейн осадконакопления.

Ключевые слова: литология, непская свита, тирская свита, венд, Приленско-Непская структурно-фациальная зона, Непско-Ботуобинская антеклиза, Сибирская платформа

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Плюснин А.В., Гёкче М.И. Состав и строение Непской и Тирской свиты Приленско-Непской структурно-фациальной зоны Непско-Ботуобинской антеклизы по результатам изучения кернового материала. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(1):75—89. https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-1-75-89

* Автор, ответственный за переписку

COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE NEPSKY AND TIRSKY FORMATION OF THE PRILENSK–NEPSKY STRUCTURAL–FACIES ZONE OF THE NEPA–BOTUOBA ANTECLISE BY THE RESULTS OF CORE MATERIAL STUDIES

ALEXEY V. PLYUSNIN*, MARYANA I. GYOKCHE

LLC "Irkutsk oil company"
4, Bolshoy Liteyny avenue, Irkutsk 664007, Russia

ABSTRACT

Background. Clarification of the structure of sedimentary formations located on the Siberian Platform by means of lithological and petrographic core studies has a theoretical and practical significance for the creation of geological models for oil and gas prospecting and exploration works.

Aim. To characterize and compare the composition of the upper Vendian of the central and southern parts of the Prilensk-Nepsky structural-facies zone.

Materials and methods. Core samples for analysis were obtained from boreholes in the Preobrazhenskaya, Verkhnechenskaya, Danilovskaya, Yaraktinskaya and other areas. The article is based on the results of a layered lithological description of the cores from 15 wells with a total core output of 560 m in the interval of the Nepsky and Tirsky formations; the petrographic analysis of 540 thin sections; the determination of grain size distribution of rocks by laser light scattering in 220 samples; and X-ray diffraction analysis of 540 samples.

Results. The Nepsky formation is represented by the following lithotypes: conglomerates, gravelites, sandstones, aleurolites and argillites. The section of the southern part of the structural-facies zone, compared to its central part, is characterised by increased claying. This is associated with the location of this zone in transitional coastal-marine environments, where large river systems were discharged carrying sandy-clay material into the basin. The source of the terrigenous rocks was felsic igneous rocks. The section of the Tirsky formation of the central part is represented (from bottom to top) by a transition from argillites and aleurolites to dolomites. In the section of the southern part, basal sandstones lie at the base, alternating upstream with clay-carbonate rocks.

Conclusion. The material composition of the studied sediments reflects the specifics of sedimentation during the Nepsky and Tirsky time periods. For the first time, the Tirsky formation of the southern part of the structural-facies zone was divided into four lithological members. The formation of basal sandy rocks at the bottom of the sub-formations is associated with the stages of tectonic activity and positive tectonic movements that initiated relatively rapid weathering and transportation of terrigenous material from adjacent heights to the sedimentation basin.

Keywords: lithology, nepa horizon, tira horizon, Vendian, Prylensk-Nepa facial zone, Nepa-Botuobinska anteclise, Siberian platform

Conflict of interest: the authors declares no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: Plyusnin A.V., Gyokche M.I. Composition and structure of the Nepsky and Tirsky formation of the Prilensk-Nepsky structural-facies zone of the Nepa-Botuoba anteclise by the results of core material studies. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration.* 2020;63(1):75—89. https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-1-75-89

* Corresponding author

Детализация строения осадочных формаций территории Сибирской платформы на основе новых литолого-петрографических исследований керна представляется весьма актуальной как в науке, так и в прикладном направлении для создания геологических моделей с целью проведения поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Применяя современные керноотборочные снаряды, возможно непрерывно отбирать керн из интересующих стратиграфических интервалов, что в разы повышает освещенность керном изучаемого разреза. Лабораторные исследования керна с лицензионных участков центра и юга Приленско-Непской структурно-фациальной зоны (СФЗ) Непско-Ботуобинской антеклизы (НБА) позволили получить новые данные о вещественном составе, литолого-фациальном и секвенс-стратиграфическом строении верхнего венда [11—13].

Целью работы является характеристика и сравнение вещественного состава верхнего венда центральной и южной части Приленско-Непской структурно-фациальной зоны.

Приленско-Непская СФЗ включает юго-западные и центральные территории Непско-Ботуобинской антеклизы. Согласно принятой стратиграфической схеме, в регионе была выделена: непская (непский горизонт), тирская (тирский горизонт) свиты [6, 7, 14] (рис. 1).

Материал и методы

На начальном этапе был произведен анализ литературы, в которой рассматривалось строение вендских отложений Приленско-Непской СФЗ НБА [2, 4, 6—10, 16, 17].

Основой для работы послужил керновый материал с территории Преображенской, Верхнеченской, Даниловской, Ярактинской и других площадей (рис. 1). В основу написания статьи легли: результаты послойного литологического описания керна 15 скважин с суммарным выходом керна 560 м в интервале непского и тирского горизонтов; петрографический анализ шлифов в количестве 540 штук, определение гранулометрического состава пород методом лазерного светорассеивания в количестве 220 проб, рентгеноструктурный анализ (РСА) — 540 проб.

При работе с керновым материалом и интерпретации результатов лабораторных анализов авторы опирались на труды [1, 3, 5, 15, 18].

Результаты

Непская свита. Исследования кернового материла с территории Приленско-Непской СФЗ позволили произвести разделение непской свиты на литологические пачки, соответствующие подсвитам. Строение центральной и южной части Приленско-Непской СФЗ существенно не отличаются (рис. 2, 3). Далее авторы приводят детальное описание подсвит.

Нижненепская подсвита со стратиграфическим несогласием залегает на породах кристаллического фундамента. Литологически она представлена гравийно-глинисто-песчаными породами. Мощность ее увеличивается с северо-запада на юго-восток в сторону Предпатомского прогиба от первых метров до 110 м [6]. В процентном соотношении от мощности подсвиты в разрезе преобладают песчаники — 60%, алевролиты — 34%, доля гравелитов в разрезе составляет — 4%, конгломератов — 1%. В подошве нижненепской подсвиты отмечаются гравелиты в ассоциации с конгломератами и песчаниками; выше (в средней части) залегают песчаники с прослоями алевролитов, которые переходят в алевролиты. Выделены следующие литотипы.

Конгломераты серые и темно-серые, мелкогалечные гравийно-песчаные, с глинистым, карбонатным и пиритовым цементом базального типа, слоистость неясная за счет различной ориентировки крупных обломков, плотные. Галечного материала на породу более 25%. Размер галек от 1 до 4 см, преимущественно 1,5—2 см. Гальки угловатой формы, полуокатанные, состав преимущественно кварцевый, находятся в гравийно-песчаном матриксе. Гравийный материал слабо- и неокатанный, песчаный материал полуокатанный. Прослоями (толщиной 3—5 см) отмечаются песчано-гравийные фракции с редкими гальками. Минеральный состав обломочной части: кварц (50—60%), микроклин (10—25%), обломки кислых магматических и метаморфических пород (до 5—15%), присутствуют единичные чешуйки биотита. Акцессорные минералы: единичные зерна рудных минералов, циркона, монацита и рутила. Распространен глинистый цемент порового типа, который составляет 10—15% объема породы. Также отмечается кварцевый регенерационный цемент, распространенный линзами. Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,05 до 0,3 м, а южной части от 0,15 до 0,52 м.

Гравелиты коричневато- и темно-серые, разнообломочные: часто средне-мелкообломочные, реже мелкообломочные; с кварцевым, карбонатным, галитовым, сульфатным цементом регенерационного и базально-порового типа;

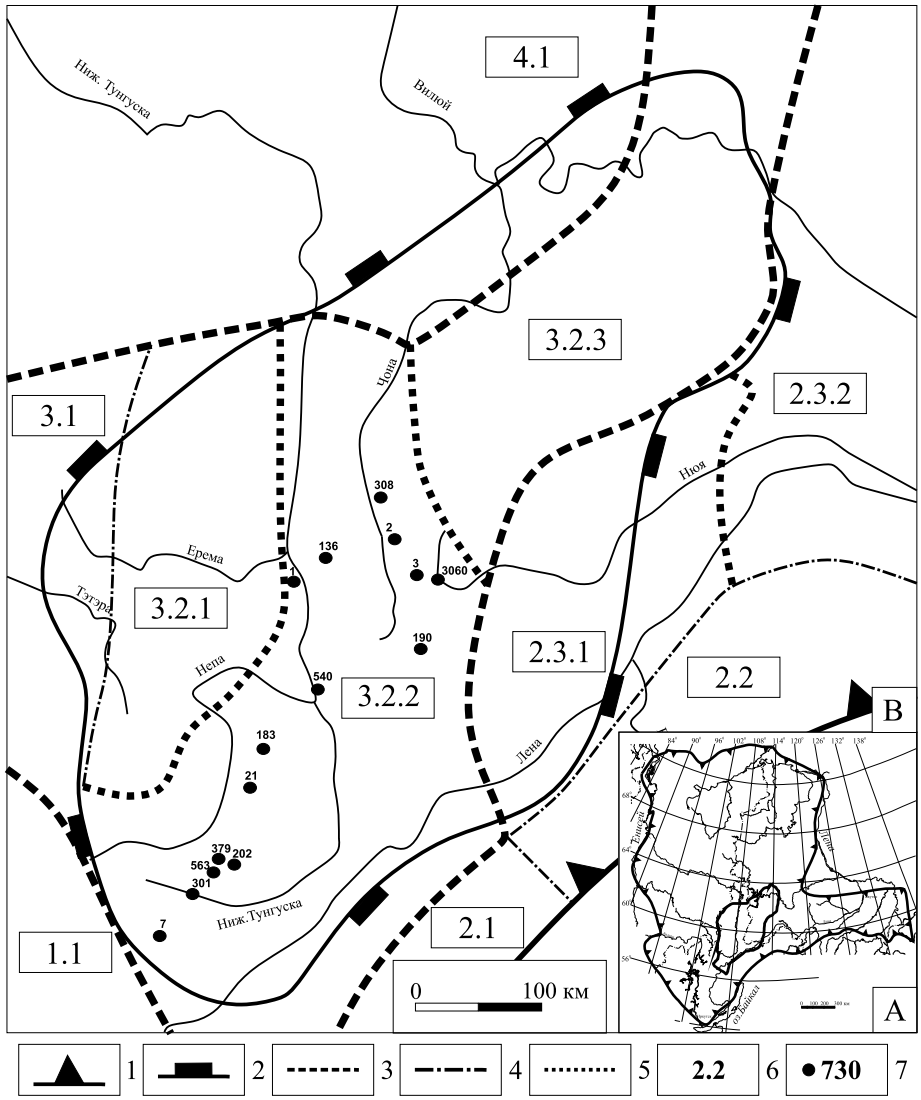

Рис. 1. *Район исследований (А) и местоположение изученных скважин (Б) на схеме структурно-фациального районирования Сибирской платформы [7]. 1 — границы Сибирской платформы; 2 — границы Непско-Ботуобинской антеклизы; 3 — граница фациальных регионов; 4 — граница фациальных районов; 5 — граница фациальных зон; 6 — индексы фациальных регионов, районов, зон: 1.1 — Ангаро-Ленский район Ангарского региона, 2 — Байкало-Патомский регион, 2.1 — Байкальский район, 2.2 — Патомский район, 2.3 — Предпатомский район, 2.3.1 — Нюйско-Пеледуйская зона, 2.3.2 — Вилючанская зона, 3 — Катангско-Ботуобинский регион, 3.1 — Катангский район, 3.2 — Непско-Ботуобинский район, 3.2.1 — Гаженская зона, 3.2.2 — Приленско-Непская зона, 3.2.3 — Ботуобинская зона, 4.1 — Сюгджерский район Турухано-Сюгджерского региона; 7 — положение изученных скважин: Преображенская площадь скважины 1, 137; Верхнеченская площадь скважины 2; 3; 3060; Северомогдинская-308, Даниловская-540, Средненепская-183, Кийская-21; Ярактинская площадь скважины 202, 379, 563; Верхнетирская 301; Усть-Кутская-7*

Fig. 1. *The research area (A) and the location of the studied wells (B) in the structural-facies zoning scheme of the Siberian platform [7]. 1 — the borders of the Siberian platform; 2 — borders of the Nepa-Botuobinsky anteclise; 3 — border of facies regions; 4 — border of facies regions; 5 — border of facies zones; 6 — indices of facies regions, districts, zones: 1.1 — Angara-Lensky region of the Angara region, 2 — Baikal-Patom region, 2.1 — Baikal region, 2.2 — Patom region, 2.3 — Pre-Patom region, 2.3.1 — Nyu-Peleduy zone, 2.3.2 — Vilyuchansky zone, 3 — Katanga-Botuobinsky region, 3.1 — Katanga region, 3.2 — Nepsko-Botuobinsky district, 3.2.1 — Gazhensky zone, 3.2.2 — Prilensko-Nepsky zone, 3.2.3 — Botuobinsky zone, 4.1 — Syugger district of the Turukhan-Syugger region; 7- position of the studied wells: Preobrazhenskaya well area 1, 137; Verkhnechenskaya well area 2; 3; 3060; Severomogdinskaya-308, Danilovskaya-540, Srednenepskaya-183, Kiyskaya-21; Yarakta well area 202, 379, 563; Verkhnetirskaya 301; Ust-Kutskaya-7*

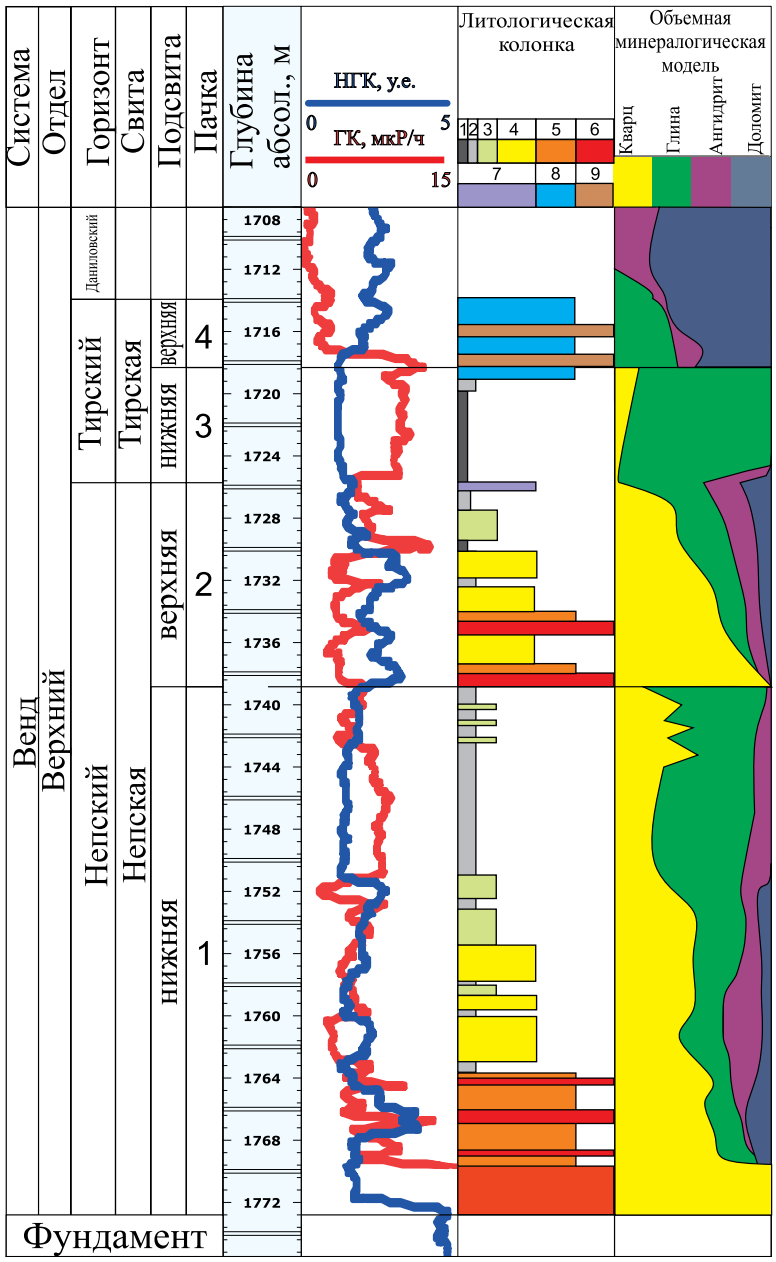

Рис. 2. *Сводный геолого-геофизический разрез центральной части Приленско-Непской СФЗ, составленный по результатам изучения крена Верхнечонской площади*
Пачки непской свиты: 1 — нижненепская гравийно-глинисто-песчаная; 2 — верхненепская гравийно-глинисто-песчаная с единичными прослоями смешенных терригенно-сульфатно-карбонатных пород. Пачки нижнетирской подсвиты: 3 — сульфатно-доломитово-глинистая; 4 — доломитовая. Литологическая колонка: 1 — аргиллиты; 2 — алевролиты; 3 — мелкозернистые песчаники; 4 — среднезернистые песчаники; 5 — крупнозернистые песчанки; 6 — гравелиты и конгломераты; 7 — терригенно-сульфатно-карбонатные породы; 8 — доломиты; 9 — мергель доломитовый.
Fig. 2. *The consolidated geological and geophysical section of the central part of the Prilensko-Nepskaya PPS, compiled from the results of a study of the heel of the Verkhnechenskaya area*
Packs of the Nepa Formation: 1 — Lower Nepal gravel-clay-sand; 2 — Upper Nepal gravel-clay-sand with single interlayers of mixed terrigenous-sulfate-carbonate rocks. Packs of Nizhniy Tyrsky subformation: 3 — sulphate-dolomite-clay; 4 — dolomite. Lithological column: 1 — mudstones; 2 — siltstones; 3 — fine-grained sandstones; 4 — medium-grained sandstones; 5 — coarse-grained gerbils; 6 — gravelites and conglomerates; 7 — terrigenous-sulfate-carbonate rocks; 8 — dolomites; 9 — marl dolomite

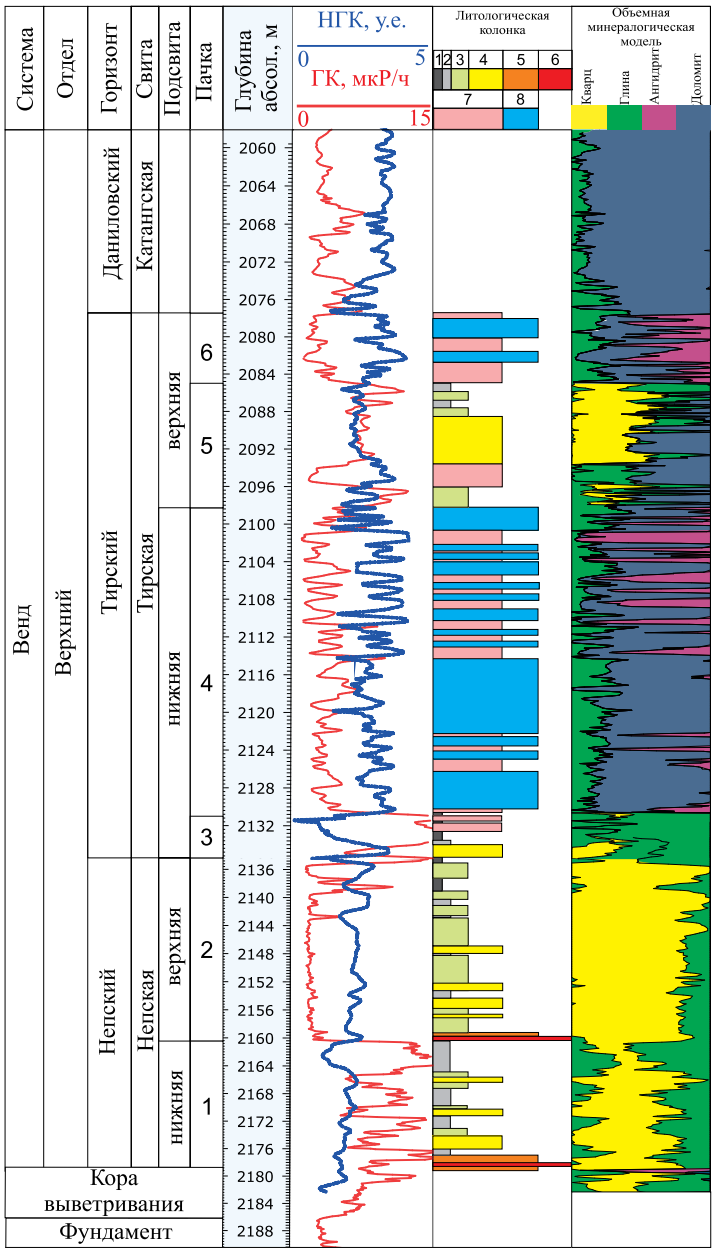

Рис. 3. *Сводный геолого-геофизический разрез южной части Приленско-Непской ЛФЗ, составленный по результатам изучения крена Ярактинской площади*
Пачки непской свиты: 1 — нижненепская гравийно-глинисто-песчаная; 2 — верхненепская гравийно-глинисто-песчаная. Пачки нижнетирской подсвиты: 3 — сульфатно-глинисто-песчаная; 4 — сульфатно-глинисто-доломитовая. Пачки верхнетирской подсвиты: 5 — глинисто-песчаная; 6 — глинисто-сульфатно-карбонатная. Литологическая колонка: 1 — аргиллиты; 2 — алевролиты; 3 — мелкозернистые песчаники; 4 — среднезернистые песчаники; 5 — крупнозернистые песчанки; 6 — гравелиты; 7 — сульфатно-глинисто-карбонатные породы; 8 — доломиты.
Fig. 3. *Consolidated geological and geophysical section of the southern part of the Prilensko-Nepskoye LFZ, compiled from the results of a study of the heel of the Yaraktinsky area*
Packs of the Nepa Formation: 1 — Lower Nepal gravel-clay-sand; 2 — Upper Nepal gravel-clay-sand. Packs of Nizhnetirskaya substation: 3 — sulphate-clay-sand; 4 — sulfate-clay-dolomite. Packs of Verkhnetirskaya substation: 5 — clay-sandy; 6-clay-sulfate-carbonate. Lithological column: 1 — mudstones; 2 — siltstones; 3 — fine-grained sandstones; 4 — medium-grained sandstones; 5 — coarse-grained gerbils; 6 — gravelites; 7 — sulfate-clay-carbonate rocks; 8 — dolomites

с песчаным матриксом; плохо сортированные; с примесью глинистого материала; неслоистые, в редких случаях с неясно выраженной субгоризонтальной и крупной косой слоистостью; неравномерно пористые. По разрезу наблюдается плавный переход гравелитов в мелкогалечные конгломераты и снова в гравелиты. В подошвенных частях циклитов присутствуют разноориентированные глинистые интракласты размером до 10×7 см.

По данным петрографических исследований, терригенные породы полевошпат-кварцевого состава. Отличительной чертой гравелитов является наличие цемента механического заполнения (матрикс), состоящего из мелкообломочного материала и псаммитовых зерен, заполняющих пространство между гравийными обломками (рис. 4А). По результатам рентгеноструктурного анализа карбонатная составляющая цемента в гравелитах представлена кальцитом (его содержание в цементе изученных скважин составляет 0,4—1%) и доломитом (в среднем доломита содержится 1,3—2%). Более поздний галитовый цемент распределен в порах неравномерно (0,3—10%). Ангидрит в виде примеси в среднем составляет 3%. Данные рентгеноструктурного анализа согласуются с петрографическими данными. Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,2 до 3 м, а южной части от 0,16 до 1,75 м.

Песчаники серые и коричневато-серые, разнозернистые, крупно-среднезернистые, мелко-среднезернистые, реже мелкозернистые; неравномерно гравистые; минеральный состав цементирующей части: карбонатный, галитовый, сульфатный и глинистый; тип цемента: регенерационно-поровый; преобладают косая и тонкая слоистости, с многочисленными тонкими волнистыми глинистыми прожилками; в песчаниках присутствуют интракласты алевролита размером до 5×4 см; породы пористые. Среди песчаников отмечаются многочисленные прослои алевролитов, толщиной до 2,3 м.

По результатам петрографического изучения в составе цемента преобладает галит (6—10%), карбонаты (1—9%), сульфаты (1—13%) и глинистый материал (рис. 4В). Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,05 до 2 м, а южной части от 0,2 до 3,5 м.

Алевролиты светло-серые, серые, бежевые; зеленовато- и темно-серые; преимущественно мелко-крупнозернистые, песчаные и крупно-мелкозернистые глинистые, участками до перехода в алевро-аргиллиты; цемент глинистый и пиритовый базального типа; тонко-мелко-параллельно-субгоризонтальнослоистые, слабоволнистослоистые, мелко-линзовидно-слоистые; с редкими тонкими линзами мелко-среднезернистого песчаного материала, часто с мелкой косой слоистостью; плотные (рис. 4С). Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,1 до 3 м, а южной части от 0,3 до 5,5 м.

В нижненепской подсвите центральной части СФЗ выделяется верхнечонский второй продуктивный горизонт (ВЧ2), а на юге — безымянный продуктивный горизонт. Основными коллекторами являются песчаники и гравелиты. Тип коллектора поровый. Мощность коллектора изменяется от первых до 10 метров. Значение пористости (Кп) в среднем составляет 9%, проницаемости (Кпр) 12 мД.

Верхненепская подсвита со стратиграфическим несогласием залегает на нижненепской подсвите. Литологически она представлена гравийно-глинисто-песчаными породами с единичными прослоями смешанных терригенно-сульфатно-карбонатных пород. Мощность ее увеличивается с северо-запада на юго-восток в сторону Предпатомского прогиба от первых метров до 80 м [6]. В процентном соотношении от мощности подсвиты в разрезе преобладают песчаники — 60%, алевролиты — 32%, доля гравелитов в разрезе составляет — 4%, аргилиты — 2%, терригенно-сульфатно-карбонатных пород — 2%. Она представлена песчаниками: в нижней половине разреза — разнозернистыми неравномерно гравистыми и гравийными, чередующимися с гравелитами, в верхней — мелкозернистыми алевритистыми до крупнозернистых алевролитов. В кровле подсвиты в центральной части СФЗ располагаются смешанные терригенно-карбонатные породы (рис. 2, 3). Выделены следующие литотипы.

Песчаники серые, преимущественно средне-крупнозернистые, реже средне-мелкозернистые и крупно-среднезернистые, неравномерно гравистые, часто гравийные, средне сортированные; с неравномерной карбонатной, галитовой и сульфатной цементацией базально-порового типа; крупно-косослоистые и субгоризонтально-слоистые, пористые.

Содержание галита меняется от 2 до 12% (по данным петрографии). Галит заполняет поры, корродирует обломки, развивается по трещинам в полевошпатовых зернах. Результаты рентгеноструктурного анализа согласуются с петрографическими данными. Сульфатизация неравномерная,

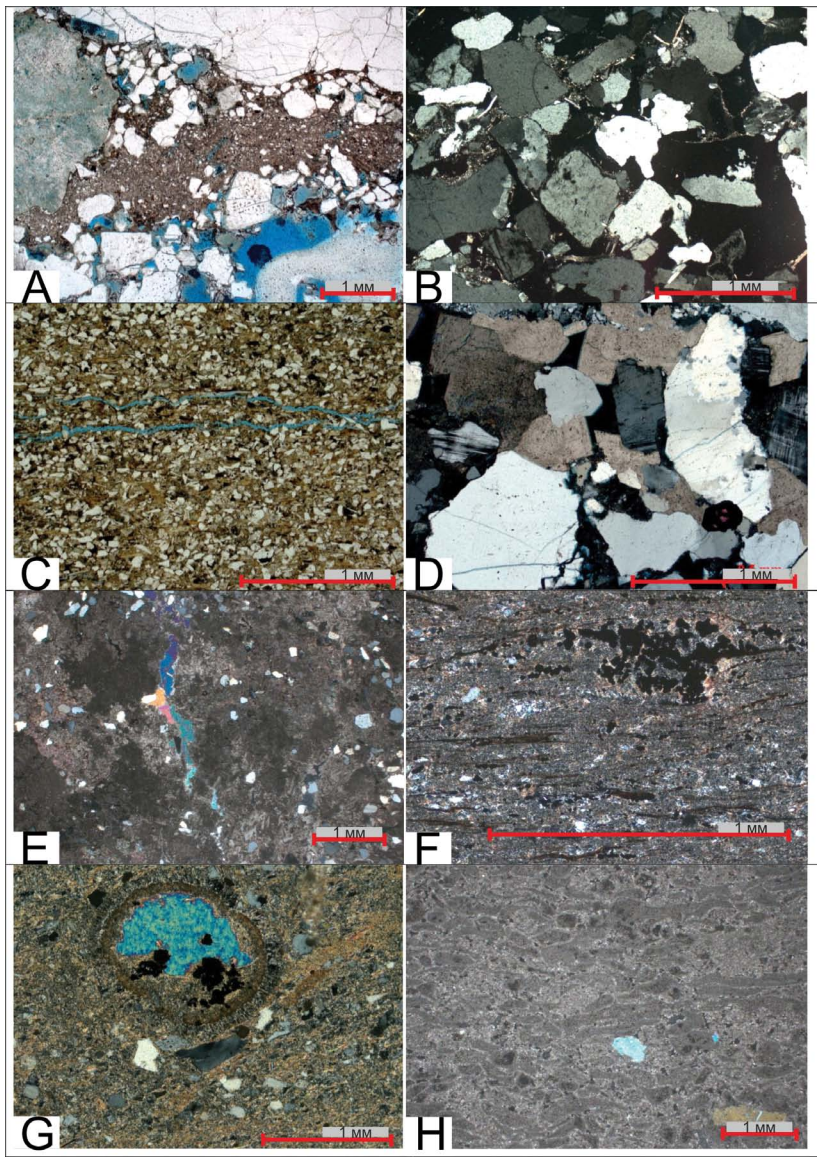

Рис. 4. *Фото шлифов характерных пород верхнего венда центральной части Приленско-Непской СФЗ. А — гравелит разнозернистый, песчаный, с редкими гальками аркоз, с кварцево-регенерационным, поровым галитовым, карбонатным и пленочно-поровым глинистым цементом, участками с песчаным матриксом, с глинистыми интракластами; В — песчаник средне-крупнозернистый, слабо гравистый, аркозовый, с кварцево-регенерационным, поровым галитовым и редким пленочным глинистым цементом; С — алевролит крупно-мелкозернистый; D — песчаник с карбонатной цементацией; Е — терригенно-карбонатная порода, неравномерно сульфатизированная, плотная; F — аргиллит алевритовый, неравномерно известковистый, неравномерно пиритизированный, слойчатый; G — микрофоссилия в крупно-мелкозернистом глинистом алевролите; Н — доломит микрофитолитовый с литокластами, незначительно сульфатизированный и галитизированный, слабопористый. Вид с анализатором: A, B, C, D, G, H. Вид без анализатора: E, F. Увеличение A, E, H — ×25; B, C, D — ×50; F, G — ×100. Длина масштабной линейки 1 мм*

Fig. 4. *Photos of thin sections of characteristic rocks of the Upper Vendian of the central part of the Prilensko-Nepskaya SFZ. A-gravel is variegated, sandy, with rare pebbles of arkose, with quartz-regeneration, pore halite, carbonate and pore-film clay cement, areas with a sand matrix, with clay intraclasts. B-sandstone is medium-coarse-grained, slightly gravely, arkose, with quartz-regeneration, pore halite and rare film clay cement; C-siltstone is coarse-grained; D-sandstone with carbonate cementation; E-terrigenous-carbonate rock, unevenly sulfated, dense; F-argillite is silty, unevenly calcareous, unevenly pyritized, layered; G-microfossilia in coarse-grained clayey siltstone; H-dolomite is microphytolithic with lithoclasts, slightly sulfated and halitized, slightly porous. View with analyzer: A, B, C, D, G, H. View without analyzer: E, F. Increase A, E, H — ×25; B, C, D — ×50; F, G — ×100. The length of the scale bar is 1 mm*

участками интенсивная, в среднем составляет 5% (согласно РСА). Минералогический состав обломочной части пород: кварц — 54—91%, полевые шпаты — 9—41%, обломки пород (кварциты и кварцевые сланцы) — 1—5%, содержание слюды (преимущественно биотит) единично. Цемент относительно обломков составляет от 13 до 35% (рис. 4D). Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,1 до 2 м, а южной части от 0,5 до 9,1 м.

Гравелиты темно-серые, серые; разнообломочные, реже средне-мелкообломочные, неравномерно песчанистые; с неравномерной сульфатной, доломитовой, галитовой и слабой глинистой цементацией базально-порового типа; косослоистые, пористые. В верхней части разреза зернистость песчаников уменьшается, количество и мощность глинистых слойков и прослоев увеличивается.

Цемент по составу идентичен вышеописанным песчаникам по процентному соотношению в нем галита, карбонатов, сульфатов и глины. Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,1 до 0,8 м, а южной части от 0,6 до 1,2 м.

Песчаники верхней половины разреза коричневато-серые, от крупно-среднезернистых до мелкозернистых алевритовых в кровле, неравномерно гравистые, тонко-волнистослоистые, часто с глинистыми интракластами, пористые. В цементе рассматриваемых песчаников присутствуют те же минералы, что и в песчаниках нижней части разреза (такие как галит, карбонаты, глинистый материал и сульфаты). Но отмечается низкое процентное содержание сульфатов, а также более высокие значения галита и карбонатов. Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,08 до 0,5 м, а южной части от 0,4 до 4,2 м.

Алевролиты зеленовато-серые, мелкозернистые глинистые, с частыми тонкими прослоями и крупными линзами песчаника разнозернистого, преимущественно средне-мелкозернистого; с неравномерной сульфатной и карбонатной цементацией порового типа; тонкослоистые, линзовидно-волнистые; от плотных до неравномерно тонкопористых. Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,1 до 0,7 м, а южной части от 0,2 до 1 м.

Терригенно-сульфатно-карбонатные породы темно- и зеленовато-серого цвета, неравномерно сульфатизированные, с разноориентированными интракластами и тонкими слойками аргиллита изменчивой толщины; породы плотные. Интракласты уплощенной угловатой формы, размером до 3×0,5 см. Сульфатизация представлена в виде включения кристаллов и мелких и крупных желваков розовато-серого ангидрита (рис. 4E). Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,1 до 0,2 м, а южной части от 0,2 до 0,5 м.

Аргиллиты темно и зеленовато-серые; с тонкой, параллельной и слабоволнистой слоистостью, участками слабо биотурбированные; плотные. (рис. 4F). Мощность литотипа в центральной части Приленско-Непской СФЗ изменяется от 0,02 до 0,2 м, а южной части от 0,05 до 0,5 м.

В верхненепской подсвите центральной части СФЗ выделяется верхнечонский первый (ВЧ1) продуктивный горизонт, а на юге ярактинский продуктивный горизонт. Основными коллекторами являются песчаники и гравелиты. Тип коллектора поровый. Мощность коллектора изменяется от первых до 10 м. Значение пористости (Кп) в среднем составляет 8%, проницаемости (Кпр) 3 мД.

Непская свита центральной и южной части Приленско-Непской СФЗ имеет схожее строение и представлена следующими литотипами: конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Рассмотренные терригенные породы относятся к полевошпат-кварцевой, мезомиктово-кварцевой и аркозовой группам по классификации В.Д. Шутова.

Для разрезов южной части СФЗ, в отличие от центральной, характерно уменьшение среднего содержания кварцевых и полевошпатовых обломков, которое компенсируется глинистым материалом. Разрез характеризуются повышенной глинизацией, что связано с расположением данной зоны в переходных прибрежно-морских обстановках, где происходила разгрузка крупных речных систем, которые выносили песчано-глинистый материал в бассейн (рис. 3).

Результаты петрографических исследований терригенных отложений непского горизонта свидетельствуют в пользу того, что одними из основных источников сноса являлись магматические породы кислого состава, обломки которых присутствуют в песчаниках, что также подтверждается элементным составом пород, в которых преобладают SiO_2 и Al_2O_3, присутствуют F_2O_3, K_2O, Na_2O и P_2O_5. Песчаники и алевролиты имеют полевошпат-кварцевый состав; акцессорные минералы, в основном, представлены цирконом, турмалином, ильменитом, магнетитом, апатитом. Наличие редких обломков эффузивных пород

в шлифах указывает на слабую вулканическую активность. Признаки эпигенетических преобразований, выраженные глинизацией калиевых полевых шпатов, а также регенерация обломочных зерен полевых шпатов и кварца свидетельствуют о том, что терригенные отложения подверглись изменениям в условиях катагенеза.

Тирская свита. Строение тирской свиты центральной и южной части Приленско-Непской СФЗ значительно отличается. Это связано с фациальными и палеогеографическими особенностями формирования отложений.

Центральная часть Приленско-Непской СФЗ. Разделение тирской свиты на подсвиты затруднено из-за наличия многочисленных субаэральных перерывов [4, 7, 17]. При разделении на подсвиты авторы использовали результаты площадных секвенс-стратиграфических исследований [11, 13].

Нижнетирская подсвита со стратиграфическим несогласием залегает на непской свите. Она соответствует объему третьей секвенции, выделенной авторами в разрезе скв. Верхнечонская 3 и прослеженной по площади [11]. Снизу вверх она представлена переходом от аргиллитов до алевролитов глинистых, в кровле до доломитов. Мощность подсвиты изменяется от 10 до 30 м. В процентном соотношении от мощности подсвиты в разрезе преобладают аргиллиты — 69%, доломиты — 18% и алевролиты — 15% (рис. 2). Выделены следующие литотипы.

Аргиллиты темно- и зеленовато-серые; тонкими прослоями переходящие в алевролиты глинистые, микрослоистые и микро-линзовиднослоистые, с деформационными текстурами, плотные, слабо сульфатизированные, неравномерно слабо пиритизированные. Мощность литотипа изменяется от 0,04 до 5 м.

Алевролиты глинистые темно-серые и зеленовато-серые, микрослоистые и микро-линзовиднослоистые, отмечаются деформационные текстуры и слабая биотурбация, плотные, неравномерно слабо пиритизированные (рис. 4G). Мощность литотипа изменяется от 0,4 до 2 м.

Доломиты серые и коричневато-серые, тонкокристаллические; с органогенной микробиальной структурой бандстоун, прослоями глинистые со структурой мадстоун, в кровле пачки разнообломочные, брекчированные; отмечается примесь алевро-песчаного материала, тонкие глинистые волнистые прожилки; породы плотные, неравномерно сульфатизированные, крепкие. Глинистый материал распределен в виде неправильно-волнистых слойков и обрывков. Сульфатизация отмечена в виде призматических и таблитчатых кристаллов ангидрита и гипса, реже желвачков ангидрита. Мощность литотипа изменяется от 0,07 до 6,4 м.

Верхнетирская подсвита со стратиграфическим несогласием залегает на нижнетирской подсвите. Она соответствует объему четвертной секвенции, выделенной авторами в разрезе скв. Верхнечонская 3 [11]. Представлена доломитами и доломитовыми мергелями. Мощность свиты изменяется от 3 до 40 м. В процентном соотношении от мощности подсвиты в разрезе преобладают доломиты — 87% и доломитовые мергели — 13% (рис. 2). Выделены следующие литотипы.

Доломиты серые, разнокристаллические; от глинистых со структурой мадстоун до зернистых пакстоунов и грейнстоунов и органогенных микробиальных баундстоунов; прослоями брекчированные, от плотных до кавернозно-пористых, неравномерно сульфатизированные (рис. 4H). Мощность литотипа изменяется от 0,09 до 0,8 м.

Мергели доломитовые зеленовато-серые и серые, тонко-микрокристаллические с желваками окремненных микробиальных доломитов, неправильно- и тонко-волнисто-слоистые, плотные, неравномерно окремненные, сульфатизированные. Окремнение в виде желваков размером 3×2 см. Сульфатизация в виде многочисленных мелких включений кристаллов ангидрита. Мощность литотипа изменяется от 0,1 до 0,3 м.

В верхнетирской подсвите центральной части СФЗ выделяется ербогачёнский продуктивный горизонт. Основными коллекторами являются доломиты. Тип коллектора кавернозно-поровый. Мощность коллектора изменяется от первых до 10 м. Значение пористости (Кп) в среднем составляет 10%, проницаемости (Кпр) 12 мД.

Южная часть Приленско-Непской СФЗ. В строении тирской свиты наблюдается четкое разделение на подсвиты: нижнетирскую и верхнетирскую. Это связано с отсутствием продолжительных перерывов в осадконакоплении и формировании отложений большую часть времени в условиях открытого шельфа.

Нижнетирская подсвита со стратиграфическим несогласием перекрывает непскую свиту. Она соответствует объему третьей секвенции, прослеженной по площади Приленско-Непской СФЗ [3]. Мощность подсвиты достигает 50 м. В разрезе выделены две пачки: сульфатно-глинисто-песчаная и сульфатно-глинисто-доломитовая (рис. 3).

Нижняя сульфатно-глинисто-песчаная пачка. В процентном соотношении от мощности пачки

в разрезе преобладают песчаники — 40%, аргиллиты — 30%, сульфатно-глинисто-карбонатные породы — 20%, алевролиты — 10%. Выделены следующие литотипы. Мощность пачки изменяется от первых метров до 25 м.

Аргиллиты темно-зеленые, микро- и тонкослоистые, с примесью алевритового и песчаного материала, с редкими мелкими желваками доломита, плотные, послойно неравномерно пиритизированные (рис. 5A). Мощность литотипа изменяется от 0,1 до 5,5 м.

Алевролиты зеленовато-серые, серые, разнозернистые, преимущественно мелкозернистые, микро- и тонкослойные, с единичными прожилками и линзами тонкозернистого песчаного материала, плотные, неравномерно сульфатизированные, с единимыми включениями стяжений пирита. Сульфатизация представлена мелкими и крупными включениями желваков светло-голубого и молочного ангидрита (рис. 5A). Мощность литотипа изменяется от 0,1 до 0,8 м.

Песчаники серые, коричневато-серые, преимущественно средне-мелкозернистые, неясно- и тонкослоистые, с тонкими волнистыми прожилками алевролита, косослоистые; тонкопористые и пористые (рис. 5B).

Цемент, относительно обломков, составляет от 5 до 20%. Минеральный состав цемента: глинистый, сульфатный, карбонатный, пиритовый, битуминозный. Тип цементации: пленочный, поровый, базальный. Мощность литотипа изменяется от 0,5 до 20 м.

Песчаники выделяются в парфёновский продуктивный горизонт. Тип коллектора поровый. Мощность коллектора изменяется от первых до 20 м. Значение пористости (Кп) в среднем составляет 11%, проницаемости (Кпр) 30 мД.

Сульфатно-глинисто-карбонатные породы серые, темно-серые, кристаллические, неправильно и желваково-слоистые, с прожилками и линзами глинистого и песчаного материала, плотные. Мощность литотипа изменяется от 0,2 до 0,5 м.

Сульфатно-глинисто-доломитовая пачка. В процентном соотношении от мощности пачки в разрезе преобладают доломиты — 55%, смешанные сульфатно-карбонатно-глинистые породы — 35%; ангидриты — 10%. Мощность пачки изменяется от первых метров до 25 м. Выделены следующие литотипы.

Смешанные сульфатно-карбонатно-глинистые породы темно-серые, мелкозернистые, массивные, неясно-слоистые, реже тонкослоистые, плотные. Сульфатизация представлена в виде стяжений и включений неправильной формы ангидрита (рис. 5C). Мощность литотипа изменяется от 0,02 до 1 м.

Доломиты глинистые темно-серые, неравномерно алевро-песчаные, сульфатизированные, участками кремнистые, неясно- и волнисто-слитые, плотные, крепкие. По структурам доломиты подразделяются: кристаллические с несохранившейся первичной структурой, сульфатизированные; глинистые со структурой мадстоун; строматолитовые со структурой баундстоун (рис. 5D). Мощность литотипа изменяется от 0,08 до 8,5 м.

Ангидриты светло-голубовато-серые, яснокристаллические, от мелко- до средне-желваковых, с прожилками глинистого материала, участками доломитистые, плотные. Мощность литотипа изменяется от 0,01 до 0,2 м.

Верхнетирская подсвита со стратиграфическим несогласием перекрывает нижнетирскую подсвиту. Она соответствует объему четвертой секвенции, прослеженной по площади Приленско-Непской СФЗ [3]. Мощность подсвиты достигает 40 м. В разрезе выделены две пачки: глинисто-песчаная и глинисто-доломитовая (рис. 3).

Нижняя глинисто-песчаная пачка. В процентном соотношении от мощности пачки в разрезе преобладают песчаники — 60%, алевролиты — 30%, сульфатно-глинисто-карбонатные породы — 10%. Мощность пачки изменяется от первых метров до 20 м. Выделены следующие литотипы.

Песчаники серые и темно-серые, от алевритистых до среднезернистых, преимущественно мелкозернистые, с неравномерным пятнистым доломитовым и сульфатным цементом, кварцевые с примесью слюдистого материала, тонко- и косослоистые, реже с оползневой текстурой, с тонкими глинистыми прожилками, от тонкопористых до пористых, крепкие (рис. 5E).

Цемент, относительно обломков, составляет от 15 до 30%. Минеральный состав цемента: глинистый, сульфатный и карбонатный. Тип цементации: пленочный, поровый. Мощность литотипа изменяется от 0,9 до 6 м.

Песчаники выделяются в верхнетирский продуктивный горизонт. Тип коллектора поровый. Мощность коллектора изменяется от первых до 6 м. Значение пористости (Кп) в среднем составляет 14%, проницаемости (Кпр) 3 мД.

Алевролиты глинистые темно-серые, мелкозернистые; неравномерно песчаные, неясно-, волнисто- и тонкослоистые; с единичными мелкими стяжениями ангидрита, плотные (рис. 5F). Мощность литотипа изменяется от 0,1 до 2,5 м.

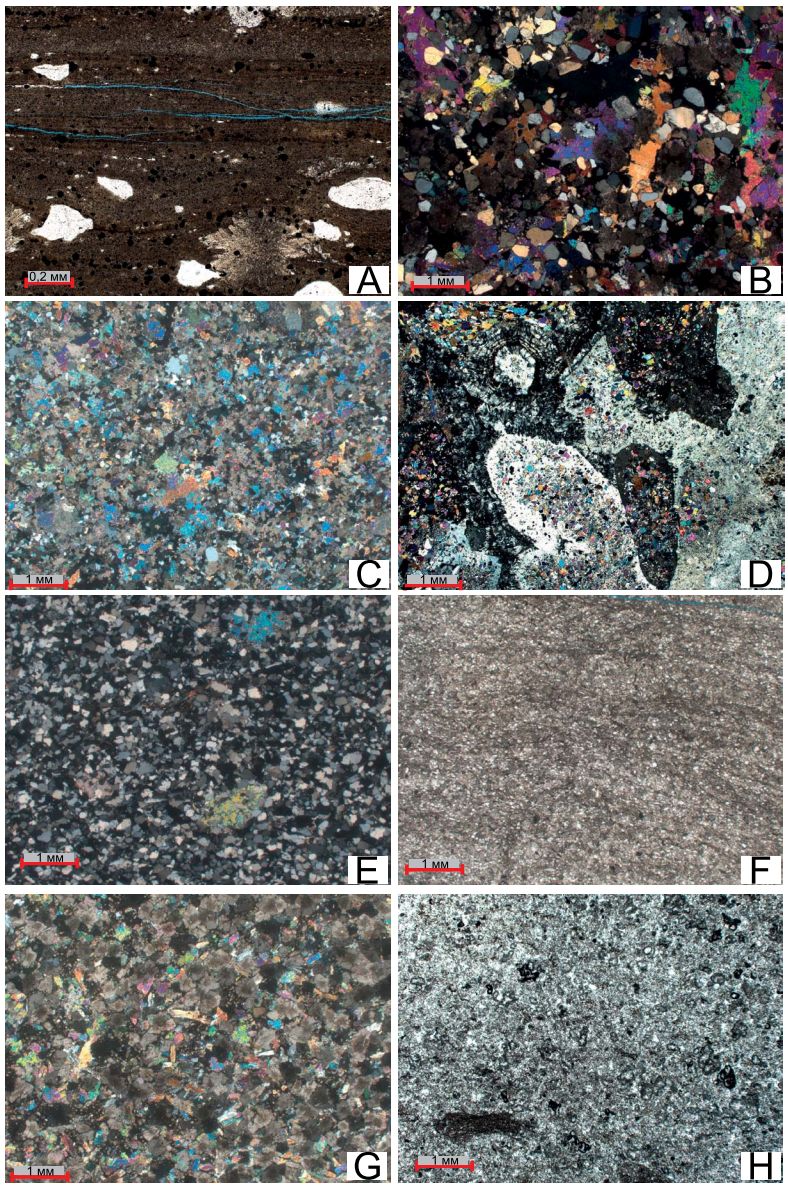

Рис. 5. *Фото шлифов характерных пород тирской свиты Приленско-Непской СФЗ. A — аргиллит с примесью песчаного материала, со стяжениями сульфатов; B — песчаник средне-мелкозернистый, кварцевый, с равномерным сульфатно-карбонатным базально-поровым и равномерным глинистым базально-поровым типами цемента; C — смешанная сульфатно-карбонатная порода с терригенной примесью; D — доломит микрокристаллический, неравномерно окремненный, сульфатизированный; E — песчаник мелкозернистый, с равномерным глинистым порово-пленочным и неравномерным сульфатным поровым типами цемента; F — алевролит песчанистый с равномерным карбонатно-глинистым базально-поровым типом цемента; G — доломит разнокристаллический сильно сульфатизированный; H — доломит разнокристаллический с реликтовой микробиальной структурой баундстоун. Вид с анализатором: B, C, D, G. Вид без анализатора: A, F, H. Увеличение — ×25. Длина масштабной линейки A — 0,2 мм, B—H — 1 мм*

Fig. 5. *Photos of thin sections of typical rocks of the Tyr Formation of the Prilensko-Nepsky SFZ. A — argillite with an admixture of sandy material, with coagulation of sulfates; B — sandstone is medium-fine-grained, quartz, with uniform sulfate-carbonate basal-pore and uniform clay basal-pore types of cement; C — mixed sulfate-carbonate rock with terrigenous admixture; D — microcrystalline dolomite, unevenly silicified, sulfated; E — sandstone is fine-grained, with uniform clay pore-film and uneven sulfate pore types of cement; F — sandy siltstone with a uniform carbonate-clay basal-pore type of cement; G — dolomite highly crystalline highly sulfated; H — dolomite is heterocrystalline with a relict microbial structure of the Boundstone. View with analyzer: B, C, D, G. View without analyzer: A, F, H. ×25 magnification. The length of the scale bar A is 0.2 mm, B-H is 1 mm*

Смещенные карбонатно-сульфатно-глинистые породы от темно- до светло-серых, кристаллические, неправильно- и желваково-слоистые, плотные. Мощность литотипа изменяется от 0,05 до 1,5 м.

Глинисто-сульфатно-карбонатная пачка. В процентном соотношении от мощности пачки в разрезе преобладают глинисто-сульфатно-карбонатные породы — 60%, доломиты — 30%, ангидриты — 10%. Мощность пачки изменяется от 10 до 20 м. Выделены следующие литотипы.

Глинисто-сульфатно-карбонатные породы, серые, темно-серые, кристаллические, неясно-слоистые, желваково-слоистые, плотные, с включениями стяжений пирита, плотные. Мощность литотипа изменяется от 0,1 до 1 м.

Доломиты серые, светло-серые, кристаллические, с несохранившейся первичной структурой, реже с реликтовой микробиальной структурой баундстоун; неясно-, микро- и тонкослоистые, плотные, неравномерно сульфатизированные, крепкие (рис. 5G, H). Мощность литотипа изменяется от 0,08 до 0,9 м.

Ангидриты светло-серые, яснокристаллические, от мелко до крупно-желваковых, с многочисленными прожилками глинистого материала, участками доломитистые, плотные крепкие. Мощность литотипа изменяется от 0,01 до 0,3 м.

Выводы

Разрез тирского горизонта Приленско-Непской СФЗ имеет отличия в строении центральной и южной части. В разрезе центральной части СФЗ благодаря ранее проведенным секвенс-стратиграфическим исследованиям было произведено разделение на подсвиты. В целом разрез снизу вверх представлен переходом от аргиллитов, алевролитов до доломитов. В разрезе южной части СФЗ наблюдается четкая закономерность в строении: в основании залегают базальные песчаники, вверх по разрезу сменяющиеся глинисто-карбонатными породами.

Заключение

В результате проведенных исследований авторами дано детальное литологическое и минералогическое описание подсвит и пачек непского и тирского горизонтов Приленско-Непской СФЗ. Впервые предложено и обосновано разделение тирской свиты юга СФЗ на четыре литологические пачки снизу вверх: сульфатно-глинисто-песчаную, сульфатно-глинисто-доломитовую, относящиеся к нижнетирской подсвите; глинисто-песчаную и глинисто-сульфатно-карбонатную, относящиеся к верхнетирской подсвите.

Формирование базальных песчаных пород в подошве подсвит, по мнению авторов, приурочено к этапам тектонической активности, положительным тектоническим движениям, которые инициировали относительно быстрое выветривание и транспортировку с прилегающих возвышенностей терригенного материала в бассейн осадконакопления. Выделено пять уровней распространения базальных песчаников, к которым приурочены основные продуктивные горизонты: в подошве нижненепского (ВЧ2, безымянный), верхненепского (ВЧ1, ярактинский); а также в подошве нижнетирского (парфеновский) и верхнетирского (верхнетирский) подгоризонта. Именно к базальным песчаникам в рассматриваемой СФЗ, накопившимся в этап низкого стояния уровня моря, приурочены основные терригенные продуктивные горизонты. Карбонатные коллекторы в верхнетирской подсвите сформировались на этапе высокого стояния уровня моря [11, 13].

В заключение автор выражает благодарность заведующему лабораторией минералогии и петрографии Митрошину О.Ю, петрографам Климовой Е.С. и Мартынюк Е.В., а также начальнику отдела литологических исследований Оленовой К.Ю.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гурова Т.Н, Чернова Л.С., Потлова М.М.* Литология и условия формирования резервуаров нефти и газа Сибирской платформы. М.: Недра, 1988. 254 с.
2. *Котова Л.Н., Подковыров В.Н., Граунов О.В.* Литогеохимия тонкозернистых обломочных пород венда Непского свода Сибирской платформы // Литосфера. 2016. Т. 1. С. 74—87.
3. *Кузнецов В.Г.* Литология — основы общей (теоретической) литологии. М.: Научный мир, 2011. 360 с.
4. *Лебедев М.В., Моисеев С.А.* Результаты детальной корреляции терригенных отложений венда северо-востока Непско-Ботуобинской антеклизы // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2012. № 8. С. 4—13.
5. *Маслов А.В.* Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных: Учебное пособие. Екатеринбург: УГГУ, 2005. 289 с.
6. *Мельников Н.В.* Венд-кембрийский солеродный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). Новосибирск: СО РАН, 2009. 148 с.
7. *Мельников Н.В., Якшин М.С., Шишкин Б.Б. и др.* Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей

и венд Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. Новосибирск: СО РАН «Гео», 2005. 428 с.
8. *Постникова О.В., Постников А.В., Коновальцева Е.С., Топорков В.Г., Савченко С.И.* Вторичные процессы в породах-коллекторах ярактинского горизонта юго-восточного склона Непско-Ботуобинской антеклизы // Литология и полезные ископаемые. 2011. № 5. С. 505—509.
9. *Постникова О.В., Соловьева Л.В., Тихомирова Г.И.* Строение аллювиально-пролювиальных природных резервуаров нижнего венда южного склона Непско-Чонского мегасвода (Сибирская платформа) // Нефтяное хозяйство. 2008. № 2. С. 9—15.
10. *Постникова О.В, Соловьева Л.В., Фомичева Л.Н. Пошибаев В.В., Коновальцева Е.С.* Природные резервуары рифей-венд-кембрийского осадочного бассейна юга Сибирской платформы. Особенности строения и закономерности размещения // Геология нефти и газа. 2010. № 6. С. 52—62.
11. *Плюснин А.В., Неделько О.В., Вилесов А.П., Черепкова А.А., Максимова Е.Н.* Секвенс-стратиграфическая модель непской и тирской свит венда центральной части Непского свода (Непско-Ботуобинская антеклиза, Сибирская платформа) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2019. Т. 14. № 2. 30 с. URL: http://www.ngtp.ru/rub/2019/13_2019.html (дата обращения: 01.12.2020).
12. *Плюснин А.В.* Модель строения венда северо-восточной части Непско-Ботуобинской антеклизы по результатам изучения опорных разрезов и секвенс-стратиграфического моделирования Непского свода и Мирнинского выступа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2019. Т. 14. № 3. 39 с. URL: http://www.ngtp.ru/rub/2019/30_2019.html
13. *Плюснин А.В., Ибрагимов Р.Р., Гекче М.И.* История геологического развития юга Непско-Ботуобинской антеклизы в непское и тирское время по результатам применения метода секвентной стратиграфии // Нефтяное хозяйство. 2020. № 9. [В печати]
14. Решения четвертого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1989. 64 с.
15. *Фролов В.Т.* Литология. Кн. 2: Учебное пособие. М.: МГУ, 1993. 432 с.
16. *Хоментовский В.В., Кочнев Б.Б.* Венд Байкало-Патомского прогиба (Южная Сибирь) // Геология и геофизика. 1999. № 6. С. 807—822.
17. *Шемин Г.Г.* Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 467 с.
18. *Шутов В.Д.* Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые. 1967. № 5. С. 117.

REFERENCES

1. Gurova T.N., Chernova L.C., Potlova M.M. *Lithology and conditions for the formation of oil and gas reservoirs of the Siberian platform.* Moscow, Nedra, 1988, 254 p. (In Russian).
2. Kotova L.N., Podkovyrov V.N., Graunov O.V. Lithogeochemistry of fine-grained Vendian clastic rocks of the Nepa dome, Siberian Platform. *Litosfera [Lithosphere],* 2016, no. 1, pp. 74—87. (In Russian).
3. Kuznetsov V.G. *Lithology. Fundamentals of general (theoretical) lithology*. Moscow, Nauchnyy mir, 2011, 360 p. (In Russian).
4. Lebedev M.V., Moiseev S.A. The results of a detailed correlation of Vendian terrigenous deposits in the northeast of the Nepa-Botuobinsky anteclise. *Geology, Geophysics, and Oil and Gas Field Development.* 2012, no. 8, pp. 4—13. (In Russian).
5. Maslov A.V. *Sedimentary rocks: methods of study and interpretation of obtained data: study manual.* Ekaterinburg, UGGU, 2005, 289 p. (In Russian).
6. Mel'nikov N.V. *Vendian-Cambrian salt pool of the Siberian platform (Stratigraphy, history of development).* Novosibirsk, SB RAS, 2009, 148 p. (In Russian).
7. Mel'nikov N.V., Yakshin M.S., Shishkin B.B. et al. *Stratigraphy of the oil and gas basins of Siberia. Riphean and Vendian of the Siberian platform and its plicate framing.* Novosibirsk, SO RAN "Geo", 2005, 428 p. (In Russian).
8. Postnikova O.V., Postnikov A.V., Konoval'ceva E.S., Toporkov V.G., Savchenko S.I. Secondary processes in the reservoir rocks of the Yarakta horizon of the Nepa-Botuoba anteclise southeastern slope. *Litologiya i poleznye iskopaemye [Lithology and natural resources],* 2011, no. 5, pp. 505—509. (In Russian).
9. Postnikova, O.V., Solov'eva, L.V., Tikhomirova, G.I. Structure of Lower Vendian Alluvial-Proluvial Natural Reservoirs on the Southern Slope of the Nepa-Chona Megadome (Siberian Platform). *Neftyanoe hozyajstvo [Oil industry].* 2008, no. 2, pp. 9—15. (In Russian).
10. Postnikova O.V, Solov'eva L.V., Fomicheva L.N. Poshibaev V.V., Konoval'ceva E.S. Natural reservoirs of the Riphean-Vendian-Cambrian sedimentary basin of the south of the Siberian platform: structural features and patterns of location. *Geologiya nefti i gaza [Oil and gas Geology],* 2010, no. 6, pp. 52—62. (In Russian).
11. Plyusnin A.V., Nedelko O.V., Vilesov A.P., Cherepkova A.A., Maksimova E.N. Sequence stratigraphic model of Nepa and Tira Vendian Formations located in the central part of the Nepa Arch (the Nepa-Botuoba anteclise, Sibeian Platform). *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika,* 2019, vol. 14, no. 2, 30 p. (In Russian). Available at: http://www. ngtp.ru/rub/2019/13_2019.html
12. Plyusnin A.V. Structural model of the Vendian section

belonging to the north-eastern part of the Nepa-Botuoba Anteclise, based on the structural cross-sections and sequence-stratigraphic modeling concerning Nepa Arch and Mirny Ridge areas. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika,* 2019, vol. 14, no. 3, 39 p. (In Russian). Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2019/30_2019.html
13. Plyusnin A.V. Ibragimov R.R. Gyokche M.I. The history of the geological development of the south of the Nepa-Botuobinsky anteclise in Nepa and Tyr time according to the results of applying the method of sequential stratigraphy. *Oil Industry,* 2020, no. 9 [In the press]. (In Russian).
14. *Decisions of the fourth Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting to clarify and supplement the Vendian and Cambrian stratigraphic schemes of the inner regions of the Siberian Platform.* Novosibirsk, CIIGGIMS, 1989, 64 p. (In Russian).
15. Frolov V.T. *Lithology.* Book 2. Moscow, Moskovskii gosudarstvennyi universitet, 1992, 336 p. (In Russian).
16. Homentovskiy V.V., Kochnev B.B. The Vendian of the Baikal-Patom Upland, Siberia. *Geologiya i geofizika [Geology and Geophysics],* 1999, no. 6, pp. 807—822. (In Russian).
17. Shemin G.G. *Geology and oil and gas potential of the Vendian and Lower Cambrian in the central regions of the Siberian platform (Nepsko-Botuobinskaya, Baikit anteclises and Katanga saddle).* Novosibirsk, SB RAS, 2007, 467 p. (In Russian).
18. Shutov V.D. Classification of sandstones. *Litologiya i poleznye iskopaemye [Lithology and natural resources],* 1967, no. 5, p. 117. (In Russian).

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Плюснин А.В. — внес вклад в разработку концепции статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Гёкче М.И. — внесла вклад в геолого-геофизический региональный анализ скважин, выполнила перевод на английский язык, утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Plyusnin A.V. — contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agrees to assume responsibility for all aspects of the work.

Goekce M.I. — contributed to the geological and geophysical regional analysis of wells, completed a translation into English, approved the published version of the article and agrees to assume responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

Плюснин Алексей Владимирович* — седиментолог, ООО «ИНК»
4, Большой литейный проспект, г. Иркутск 664007, Россия
e-mail: Plysnin_AV@irkutskoil.ru
Scopus Author ID: 8596454900
SPIN: 2692-6140
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2386-0287

Alexey V. Plyusnin* — sedimentologist, LLC “Irkutsk oil company”
4, Bolshoy Liteyny ave., Irkutsk 664007, Russia
e-mail: Plysnin_AV@irkutskoil.ru
Scopus Author ID: 8596454900
SPIN: 2692-6140
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2386-0287

Гёкче Марьяна Игоревна — геолог, ООО «ИНК»
4, Большой литейный проспект, г. Иркутск 664007, Россия
e-mail: gyokche_mi@irkutskoil.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1848-7163

Maryana I. Gyokche — geologist, LLC “Irkutsk oil company”
4, Bolshoy Liteyny ave., Irkutsk 664007, Russia
e-mail: gyokche_mi@irkutskoil.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1848-7163

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author