

УДК 551.734.022(470.57)

DOI: 10.24930/1681-9004-2023-23-1-68-91

Биостратиграфия и литофации среднего-верхнего девона Аязовского нефтяного месторождения (северо-восток Башкирии)

Е. Н. Горожанина, В. Н. Пазухин, В. М. Горожанин, З. А. Войкина

Институт геологии – обособленное структурное подразделение ФГБНУ УФИЦ РАН, 450007, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, e-mail: gorozhanin@ufaras.ru

Поступила в редакцию 09.06.2022 г., принята к печати 11.10.2022 г.

Объект исследований. Нефтеносные отложения среднего-верхнего девона Аязовского месторождения, расположенного на северо-востоке Башкирии. **Материалы и методы.** Детальное описание и расчленение разреза проведено по керну скважин Рустамовской площади с использованием биостратиграфического и литофациального анализа, микропалеонтологического изучения спор и конодонтов. **Результаты.** Выделены отложения пашийского, тиманского, саргаевского, доманиковского и мендымского горизонтов, описаны их литофациальные особенности, определены условия осадконакопления. **Выводы.** Изученный разрез девонских отложений показывает цикличность в смене шельфовых терригенных и карбонатных обстановок осадконакопления, обусловленную эвстатическими колебаниями уровня моря и осложненную тектоническими событиями, связанными с заложением зон поднятий и прогибов Камско-Кинельской системы в конце франского века.

Ключевые слова: Волго-Уральская нефтеносная провинция, девон, доманиковский горизонт, конодонты, споры высших растений, литофациальный анализ, нефтематеринские породы, трансгрессия, регрессия

Источник финансирования

Исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ по темам государственных заданий FMRS-2022-0010 и FMRS-2022-0015 (ИГ УФИЦ РАН)

Biostratigraphy and lithofacies of the Middle-Upper Devonian in the Ayazovo oil field (North-Eastern of Bashkiria)

Elena N. Gorozhanina, Vladimir N. Pazukhin, Valerii M. Gorozhanin, Zaliya A. Voykina

Institute of Geology – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre RAS, 16/2 K. Marx st., Ufa 450007, Russia, e-mail: gorozhanin@ufaras.ru

Received 09.06.2022, accepted 11.10.2022

Research subject. Oil-bearing deposits of the Middle-Upper Devonian in the Ayazovo oil field located in the north-east of Bashkiria. **Materials and methods.** A detailed description and subdivision of the section were carried out based on the borehole cores of the Rustamovskaya area using biostratigraphic and lithofacial analysis, micropalaeontology of spores and conodonts. **Results.** The sediments of the Pashian, Timan, Sargaevo, Domanic and Mendym horizons are identified, their lithofacial features are described, and sedimentation conditions are determined. **Conclusions.** The studied succession of the Devonian sediments demonstrates cyclical changes in terrigenous and carbonate shelf sedimentation environments caused by eustatic sea level change and complicated by the tectonic events associated with the formation of uplifts and troughs of the Kama-Kinel system at the end of the Frasnian.

Keywords: Volga-Ural oil-bearing province, Devonian, Domanic horizon, conodonts, plant spores, lithofacial analysis, oil-bearing rocks, transgression, regression

Funding information

The studies were carried out within the state assignments no. FMRS-2022-0010 and FMRS-2022-0015 (IG UFIC RAS)

Acknowledgements

The authors are grateful to the Ingeoholding Oil Company for the core material provided. We also thank the reviewers for valuable comments and recommendations.

Для цитирования: Горожанина Е.Н., Пазухин В.Н., Горожанин В.М., Войкина З.А. (2023) Биостратиграфия и литофации среднего-верхнего девона Аязовского нефтяного месторождения (северо-восток Башкирии). *Литосфера*, 23(1), 68-91. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-1-68-91>

For citation: Gorozhanina E.N., Pazukhin V.N., Gorozhanin V.M., Voykina Z.A. (2023) Biostratigraphy and lithofacies of the Middle-Upper Devonian in the Ayazovo oil field (North-Eastern of Bashkiria). *Lithosphere (Russia)*, 23(1), 68-91. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-1-68-91>

© Е.Н. Горожанина, В.Н. Пазухин, В.М. Горожанин, З.А. Войкина, 2023

ВВЕДЕНИЕ

Аязовское месторождение углеводородов входит в состав месторождений Волго-Уральской нефтеносной провинции. Оно расположено на востоке Русской платформы – на границе с Юрюзано-Айской депрессией Предуральяского прогиба, в районе приустьевой части р. Ай (рис. 1). Нефтепоисковыми работами, проводимыми ПО “Башнефть” на Усть-Айской площади, выявлены нефтепроявления в отложениях среднего и верхнего карбона (Егорова и др., 1975). Позднее работы, осуществленные ЗАО “Ингеохолдинг”, привели к открытию Аязовского месторождения нефти. Скважинами 1 и 2 на Рустамовском лицензионном участке в интервале глубин 2160–2227 и 2333–2440 м соответственно вскрыт разрез девона с двумя уровнями нефтеносности – в пашийских и орловских песчаниках (Горожанина и др., 2010а; Юлбарисов и др., 2010). Аязовское нефтяное входит в группу месторождений, располагающихся в пределах линейной субширотной полосы распространения месторождений (Баймухаметов и др., 1997), пересекающей Юрюзано-Сылвенскую впадину вдоль единой разломной зоны северо-западного направления (вдоль долины р. Ай) и контролирующей расположение нефтегазовых залежей (Горожанин, 2011). По нашим данным, образование этой зоны связано с неотектонической активизацией осадочного чехла над северной бортовой зоной Камско-Бельского авлакогена, обусловленной малоамплитудными сдвигами блоков фундамента, над которыми оперяющие тектонические нарушения формировали разломно-блоковую структуру нефтегазоносных поднятий и обеспечивали возможность миграции углеводородов в ловушки из прилегающих нефтематеринских отложений (Горожанин, 2011; Горожанин, Горожанина, 2017). Альтернативной точкой зрения является представление о приуроченности месторождения к субмеридиональному Усть-Айско-Дороховскому грабенообразному прогибу, сопряженному с южным продолжением Дороховского вала, выделяемого в юго-восточной части Пермского края (Юлбарисов и др., 2010). Возможно, мы имеем более сложную картину сопряженных тектонических элементов – серию субмеридиональных эшелонированных валов и прогибов, оперяющих субширотную разломную зону сдвигового типа. Эти данные свидетельствуют о структурном контроле нефтяных месторождений, расположенных в северо-восточной части Башкирского свода (Горожанин, Горожанина, 2017).

В задачу данного исследования входили палеонтологическое изучение в целях биостратиграфического расчленения нефтеносных отложений девона, литофациальная характеристика и определение палеогеографической обстановки осадконакопления. Актуальность работы обусловлена необхо-

димостью определения стратиграфической приуроченности залежей нефти, а также выяснения условий формирования доманиковых отложений, считающихся основным нефтематеринским источником углеводородов Волго-Уральской провинции. Ранее по конодонтам были получены данные о стратификации верхнедевонских отложений, вскрытых скважинами на востоке Благовещенской впадины. В результате выделены все подразделения региональной шкалы верхнего девона и проведены границы между ними. Нижняя граница мендымского горизонта проведена в основании переходной пачки, непосредственно над доманиковым репером (Пазухин и др., 2006). Использование конодонтов для детального расчленения разреза франского яруса верхнего девона на Аязовском месторождении (северо-восток Башкирского свода) позволило датировать нефтеносную песчаную пачку мендымским горизонтом, ранее эта пачка, отнесенная к орловским слоям, рассматривалась в составе аскынского горизонта верхнего франа (Масагутов, 1988).

В породах верхнего девона сосредоточены основные залежи углеводородов на территории Башкирского свода. Детальное изучение комплексов конодонтов в нефтеносных отложениях среднего-верхнего девона северо-востока Башкирского свода совместно с их фациальным анализом дает основание для решения ряда вопросов как биостратиграфии, так и геологического развития территории.

Расчленение девонских отложений по керну скважин на платформе ранее было проведено преимущественно по фауне остракод, брахиопод и гониатитов (Тяжева и др., 1961). На основе этих данных выделенные горизонты были сопоставлены с каротажными реперами. Необходимость получения новых палеонтологических данных для расчленения и корреляции разрезов этой территории связана с тем, что промыслово-геофизические методы не всегда отражают синхронные уровни и базируются на устаревшей стратиграфической схеме. Исследования последних лет по расчленению верхнедевонских отложений по конодонтам позволили уточнить положение границ подразделений стратиграфической шкалы (Пазухин и др., 2006).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом послужили образцы керна двух скважин, пробуренных на Рустамовском участке. Вынос керна в интервалах опробования 2160.5–2168.3, 2188.0–2212.1 м в скв. 1 Рустамовская и в интервале 2333–2385 м в скв. 2 Рустамовская составил 100%, образцы отбирались через 0.5–2.0 м в зависимости от литологии. КERN изучался Е.Н. Горожаниной, В.М. Горожаниным и З.А. Каниповой с позиций литофациального анализа. Палинологические определения проведены В.А. Олли под руководством Е.В. Чибриковой. Конодонты изуче-

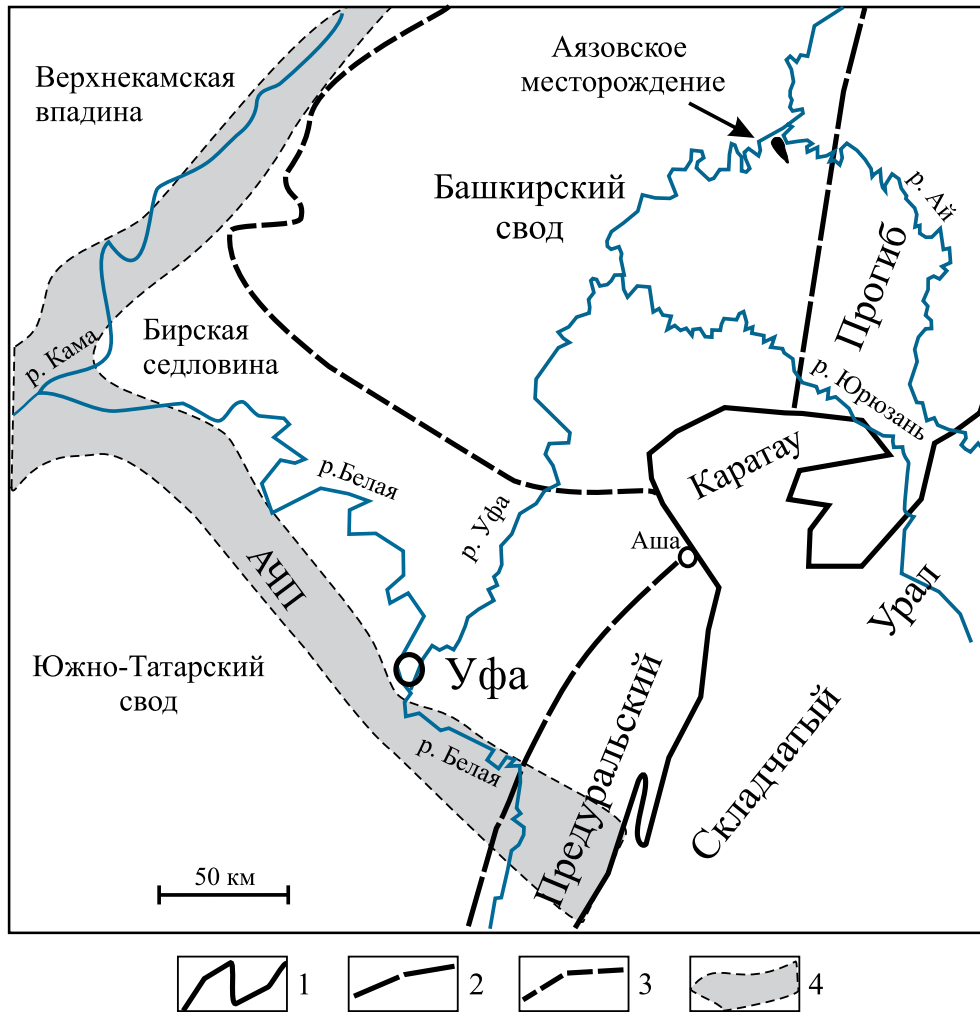


Рис. 1. Положение Аязовского нефтяного месторождения на тектонической схеме окраины Русской платформы.

1–3 – границы тектонических структур: 1 – складчатого Урала, 2 – Предуральского прогиба, 3 – Башкирского свода; 4 – контур осевой зоны Актаныш-Чишминского прогиба (АЧП) Камско-Кинельской системы.

Fig. 1. The position of the Ayazovo oil field on the tectonic scheme of the outskirts of the Russian platform.

1–3 – the boundaries of tectonic structures: 1 – the folded Urals, 2 – the Pre-Ural Foredeep, 3 – the Bashkir arch; 4 – the contour of the axial zone of the Aktanysh-Chishma through (АЧП) of the Kama-Kinzel system.

ны В.Н. Пазухиным. Всего обработано около 100 образцов. Описание шлифов проведено Е.Н. Горожанinou с использованием метода микрофациального анализа карбонатов (Flügel, 2010). Названия микрофаций карбонатных пород даны по терминологии Р. Данема (Dunham, 1962).

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ РАЗРЕЗА

Биостратиграфическое расчленение отложений в скв. 1 и 2 Рустамовской проведено по микропалеонтологическим остаткам: в нижней терригенной

части разреза – по комплексам спор высших растений, в карбонатной части – по фауне конодонтов (рис. 2).

Споры высших растений

В скв. 1 Рустамовской в прослое темно-серого алевритистого аргиллита (обр. 16-4, гл. 2207.9 м) обнаружены многочисленные споры растений: *Acanthotriletes bucerus* Tschibr., *A. eximius* Naum., *Spelaeotriletes krestovnikovii* (Naum.) = *Calypso-sporites krestovnikovii* (Naum.), *S. bellus* (Naum.) = *Calypso-sporites bellus* (Naum.), *Planisporites furfuris* Balme et Hassel, *Verruciretusispora pallida* Owens,

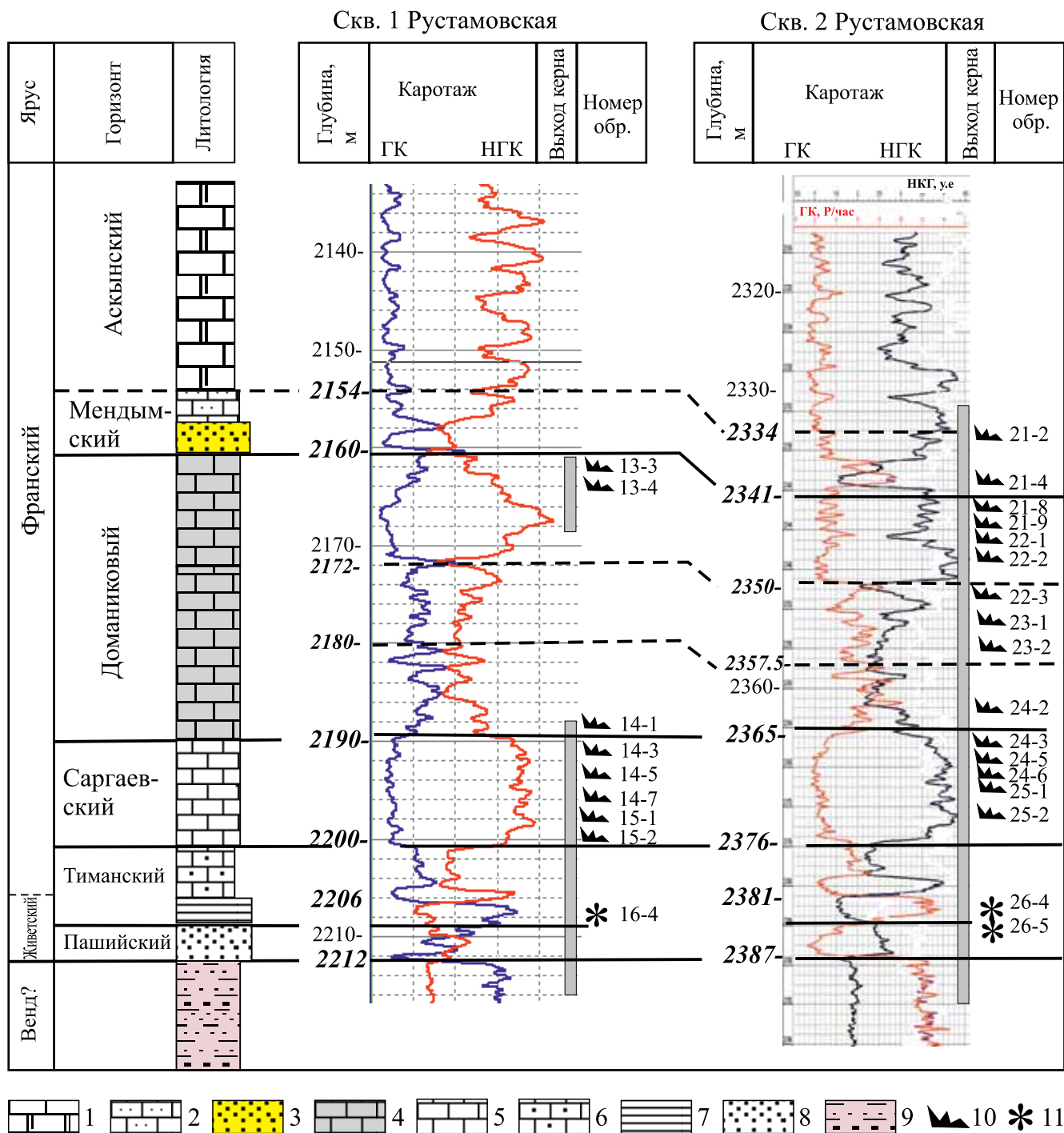


Рис. 2. Литолого-стратиграфический разрез девонских отложений, вскрытых скважинами 1 и 2 Рустамовского участка (Аязовское месторождение).

Здесь и на рис. 3, 4: 1 – доломиты и доломитизированные известняки аскынского горизонта (аскынская свита); 2 – известняки мендымского горизонта (мендымская свита); 3 – песчаники и алевролиты мендымского горизонта; 4 – кони-конхиевые известняки доманикового горизонта (доманиковая свита); 5 – известняки саргаевского горизонта (саргаевская свита); 6 – известняки с кораллами тиманского горизонта (тиманская свита); 7 – известковистые аргиллиты тиманского горизонта (кыновская свита); 8 – алевролиты и песчаники пашийского горизонта (пашийская свита); 9 – аргиллиты без фаунистических остатков (предположительно, вендского возраста); 10 – места проб с конодонтами; 11 – места определения спор растений. ГК – гамма-каротаж, НГК – нейтронный гамма-каротаж. Названия свит приведены по данным ВНИГНИ (Унифицированная..., 2018).

Fig. 2. Lithological and stratigraphic section of Devonian sediments uncovered by wells 1 and 2 of the Rustamovsky area (Ayazovo oil field).

Here and in Fig. 3, 4: 1 – dolomites and dolomitized limestones of the Askynian horizon (Askyn formation); 2 – limestones of the Mendym horizon (formation); 3 – sandstones and siltstones of the Mendym horizon; 4 – coniconchium limestones of the Domanic horizon (Domanic formation); 5 – limestones of the Sargaevsky horizon (Sargaevo formation); 6 – limestones with corals of the Timan horizon (formation); 7 – calcareous mudstones of the Timan horizon (Kyn formation); 8 – siltstones and sandstones of the Pashiya horizon (Pashiya formation); 9 – mudstones without faunal remains (presumably of Vendian age); 10 – sites of samples with conodonts; 11 – sites of determination of palynological remains. ГК – gamma logging, НГК – neutron gamma logging. The names of the formations are given according to the data of VNIGNI (Unified..., 2018).

Geminospora nalivkini (Naum.), *G. rugosa* (Naum.), *G. notata* (Naum.), *G. macromanifesta* (Naum.), *G. micromanifesta* (Naum.) var *limbatus* Tschibr. Комплекс спор является характерным для подзоны *A. bucerus* – *A. variabilis* var *insignis* зоны *S. optivus* – *S. krestovnikovii*, т. е. для тиманского горизонта (Поستانовления..., 2002; Артюшкова и др., 2022).

В скв. 2 Рустамовской в прослое темно-серого биотурбированного алевритистого аргиллита (обр. 26-4, гл. 2381 м и обр. 26-5, гл. 2382.5 м) содержатся следующие таксоны спор: *Acanthotriletes eximius* Naum., *Geminospora notata* (Naum.), *G. rugosa* (Naum.), *G. micromanifesta* (Naum.), *G. nalivkini* (Naum.), *Spelaotriletes krestovnikovii* (Naum.) = *Calyptosporites krestovnikovii* (Naum.), *Raistrikiya bucera* (Tschibr.), *Ancyrospora fidus* (Naum.), *A. incise* (Naum.), *Archaeozonotriletes variabilis* Naum., *A. timanicus* Naum. Комплекс спор является характерным для палинозоны *S. optivus* – *S. krestovnikovii* (интервал пашийско-тиманского горизонтов). Данная палинозона подразделяется, но не всегда, на две подзоны, к нижней подзоне *S. optivus* – *S. krestovnikovii* относится пашийский горизонт. В данных образцах подзональные виды спор нечеткие. Комплекс миоспор соответствует пограничному интервалу пашийского и тиманского горизонтов.

Изученные образцы из скв. 1 и 2 содержат комплекс спор, характерный для палинозоны *S. optivus* – *S. krestovnikovii* (интервал пашийско-тиманского горизонтов). В скв. 1 комплекс спор несколько моложе и, вероятно, относится к верхней части тиманского горизонта. В скв. 2 палинокомплекс содержит несколько более древние *Archaeozonotriletes*.

Конодонты

В скв. 1 Рустамовской в известняках в интервале 2196.7–2204.5 м (0.3 м от начала, обр. 15-1; 3 м от начала, обр. 15-2) встречены слабоинформативные конодонты: *Hibbardella* sp. Выше, в интервале 2188.9–2196.7 м (0.1 м от начала, обр. 14-1; 7.1 м от начала, обр. 14-7), определен комплекс зоны *P. Transitans*, соответствующий верхней части саргаевского горизонта и нижней части доманикового горизонта. Здесь определены конодонты *Ancyrodella* sp., *Icriodus symmetricus* Br. et Mehl, *Mesotaxis asymmetricus* (Bisch. et Ziegl.),

M. bogoslovskiy Ovn. et Kuzm., *M. falsiovalis* Sandb., Ziegl. et Bult. Наиболее узкий диапазон существования имеет вид *Mesotaxis bogoslovskiy*, известный из верхней части саргаевского и нижней части доманикового горизонтов (Ovnatanova, Kononova, 2008) (рис. 3).

В интервале 2160.5–2168.3 м (0.55 м от начала, обр. 13-3а; 3.9 м от начала, обр. 13-4а; 7.3 м от начала) обнаружен комплекс конодонтов доманикового горизонта среднего франа: *Mesotaxis* aff. *asymmetricus* (Bisch. et Ziegl.), *Palmatolepis punctata* (Hinde), *Polygnathus uchtensis* Ovn. et Kuzm. Вид *Palmatolepis punctata* появляется с основания доманикового горизонта, а род *Mesotaxis* неизвестен выше средней части горизонта (Ovnatanova, Kononova, 2008) (см. рис. 3).

В скв. 2 Рустамовской в известняках в интервале 2368.7–2375.0 м (2.3 м от начала, обр. 25-2) встречен *Mesotaxis falsiovalis* Sandb., Ziegl. et Bult., появляющийся в отложениях, синхронных верхам тиманского и известным в саргаевском горизонте востока Русской платформы (Ovnatanova, Kononova, 2008). Вероятно, рассматриваемый интервал соотносится с нижней частью саргаевского горизонта (рис. 4).

В нижней части интервала 2358.7–2368.7 м (8.5 м от начала, обр. 24-5; 9.0 м от начала, обр. 24-6) обнаружены конодонты средней части саргаевского горизонта: *Ancyrodella alata* Glen. et Klap., *A. rugosa* Br. et Mehl, *Mesotaxis asymmetricus* (Bisch. et Ziegl.). Этот комплекс характеризует интервал от средней части саргаевского до нижней части доманикового горизонта (Ovnatanova, Kononova, 2008). В средней части интервала 2358.7–2368.7 м (6.1 м от начала, обр. 24-3) определен комплекс зоны, соответствующий верхней части саргаевского горизонта и проходящий в низы доманикового горизонта. Информативные конодонты: *Mesotaxis asymmetricus* (Bisch. et Ziegl.), *M. bogoslovskiy* Ovn. et Kuzm., *M. aff. falsiovalis* Sandb., Ziegl. et Bult., *Palmatolepis transitans* Muller. Последний таксон является зональным видом из верхней части саргаевского горизонта среднего франа (Ovnatanova, Kononova, 2008) (см. рис. 4). В интервалах 2343.0–2351.2 м (1.1 м от начала, обр. 22-1; 3.6 м от начала, обр. 22-2; 5.9 м от начала, обр. 22-3), 2351.2–2358.7 м (1.3 м от начала, обр. 23-1; 3.3 м от начала, обр. 23-2), 2358.7–2368.7 м (3.4 м от начала,

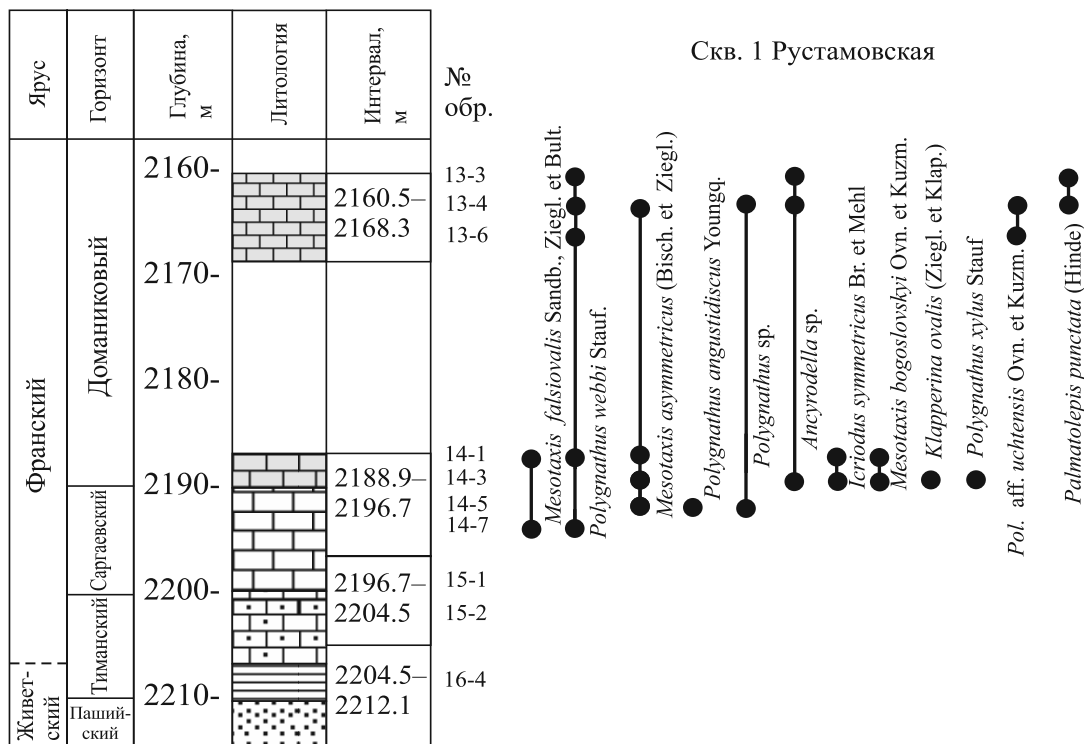


Рис. 3. Распространение фауны конодонтов во франских отложениях скв. 1 Рустамовская.

Fig. 3. Distribution of the conodont fauna in the Frasnian deposits of well 1 Rustamovskaya.

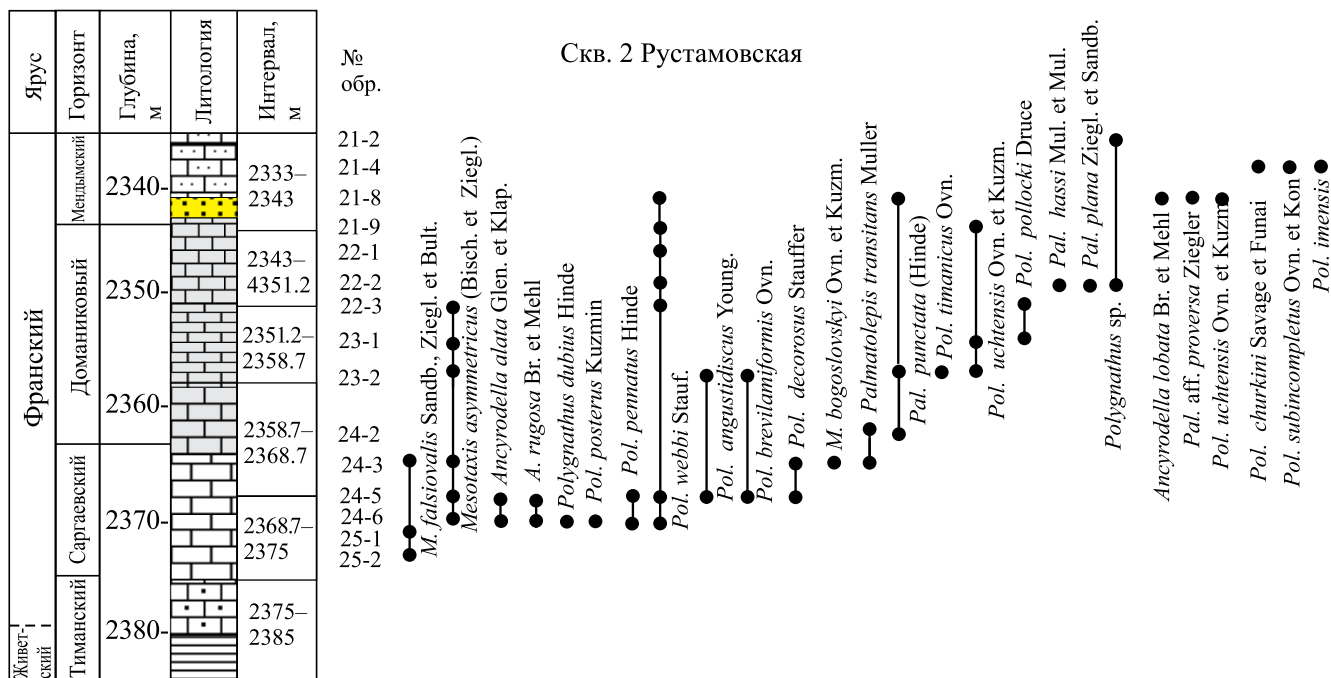


Рис. 4. Распространение фауны конодонтов во франских отложениях скв. 2 Рустамовская.

Fig. 4. Distribution of the conodont fauna in the Frasnian deposits of well 2 Rustamovskaya.

обр. 24-2) обнаружен комплекс конодонтов доманикового горизонта среднефранского подъяруса. Наиболее информативными видами здесь являются *Palmatolepis hassi* Mul. et Mul., *P. plana* Ziegl. et Sandb., *Palmatolepis punctata* (Hinde), *Pol. timanicus* Ovn., *Pol. uchtensis* Ovn. et Kuzm. В нижней части интервала 2358.7–2368.7 м (обр. 24-3, 24-2) встречен вид *Palmatolepis transitans* Muller (см. рис. 4), который известен до верхов мендымского горизонта (зоны *punctata* и *hassi*). В нижней части интервала 2333–2343 м (8.4 м от начала, обр. 21-8; 9.4 м от начала, обр. 21-9) определены конодонты, характерные для верхней части доманикового горизонта среднего франа – мендымского горизонта верхнего франа. Наиболее информативными видами здесь выступают *Ancyrodella lobata* Br. et Mehl, *Palmatolepis punctata* (Hinde), *P. aff. proversa* Ziegler, *Polygnathus uchtensis* Ovn. et Kuzm. (зоны *jamieae* – *e. rhenana*). В верхней части интервала 2333–2343 м (2.0 м от начала, обр. 21-2; 5.8 м от начала, обр. 21-4) определены конодонты, характерные для мендымского горизонта верхнефранского подъяруса: *Polygnathus churkini* Savage et Funai и *Pol. subincompletus* Ovn. et Kon. – зона *E. rhenana* (см. рис. 4).

ЛИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Детальный биостратиграфический анализ распределения микрофауны позволил провести расчленение и сопоставление разрезов скв. 1 и 2 Рустамовских с учетом геолого-геофизических данных (см. рис. 2). В изученном разрезе девонских отложений наблюдается чередование терригенных и карбонатных пород. Терригенные песчаные и глинистые отложения наблюдаются в составе пашийского и низов кыновского (тиманского) горизонтов и среди известняков мендымского горизонта. В призабойной части скважин вскрыта монотонная толща серо-зеленых аргиллитов, не содержащих органических остатков (рис. 5а, б). Литологически эти аргиллиты сопоставимы с отложениями карлинской свиты, вскрытыми на соседних территориях (Лозин, 2015) и относимыми к венду. На них с резким ровным контактом без видимых следов размыва залегают нефтенасыщенные песчаники пашийского горизонта (см. рис. 5а, б).

Определение границы живет–фран в терригенных отложениях является проблемным вопросом (Артюшкова и др., 2022). В схемах стратиграфии девона Урала и Русской платформы (Решение..., 1990; Стратиграфические схемы..., 1993) граница проведена на разных уровнях, поэтому однозначно провести ее в терригенных и карбонатных отложениях невозможно. Ранее границу проводили в основании пашийского горизонта (Стратиграфические схемы..., 1993). По международной схеме па-

шийский горизонт относится к верхней части живетского яруса, тиманский горизонт расчленен на два подгоризонта (Решение..., 1990), границу проводят в подошве верхнетиманского подгоризонта (Ovnatanova, Kononova, 2008). В скважинах Рустамовской площади граница живет–фран условно проведена между аргиллитами и известняками внутри тиманского горизонта (см. рис. 2).

Средний девон. Живетский ярус

Пашийский горизонт

В скв. 1 пашийский горизонт (мощностью около 3 м) сложен переслаивающимися белыми кварцевыми песчаниками и темно-серыми горизонтально-слоистыми алевролитами (прослой по 1–10 см) с многочисленными углефицированными остатками растений и конкрециями пирита. В скв. 2 в основании пашийского горизонта залегает пласт (2.3 м) среднезернистого бурого нефтенасыщенного кварцевого песчаника с крупными остатками растений (см. рис. 5б, в). Песчаник массивный, сортированный, с угловатыми и полуокатанными зернами кварца, единичными зернами микрокварцитов. Выше залегают песчаники средне- и мелкозернистые кварцевые среднесортированные. Цемент в песчаниках контактовый, участками регенерационный кварцевый: вокруг окатанных зерен отмечается каемка дорастания кварца до кристаллографических очертаний, участками цемент пленочный глинистый, местами карбонатный – базальный и поровый (см. рис. 5г, д), в песчаниках наблюдаются вкрапленность и шаровидные конкреции пирита.

Тиманский (кыновский) горизонт, нижнетиманский подгоризонт

В скв. 1 нижняя граница тиманского горизонта проходит в основании слоя черных алевритистых аргиллитов (мощностью 1.2 м), содержащих спорово-пыльцевой комплекс тиманского горизонта (см. рис. 2, обр. 16-4). Аргиллиты тонкослоистые, с прослоями биотурбированных алевролитов с включениями пирита, зеркалами скольжения перекрываются темно-серыми известняками, содержащими белые включения кораллов и строматопор. В скв. 2 линзовидно-тонкослоистые биотурбированные светло-серые песчаники пашийского горизонта перекрываются пачкой (1.4 м) серых аргиллитов с прослоями алевролитов нижнетиманского подгоризонта (рис. 6а). Алевролиты глинистые, тонкослоистые, битуминозные с зернами кварца и многочисленными мелкими красно-бурыми фрагментами водорослей тасманитесов (рис. 6в), которые характерны для нефтематеринских пород (Здобнова и др., 2007).

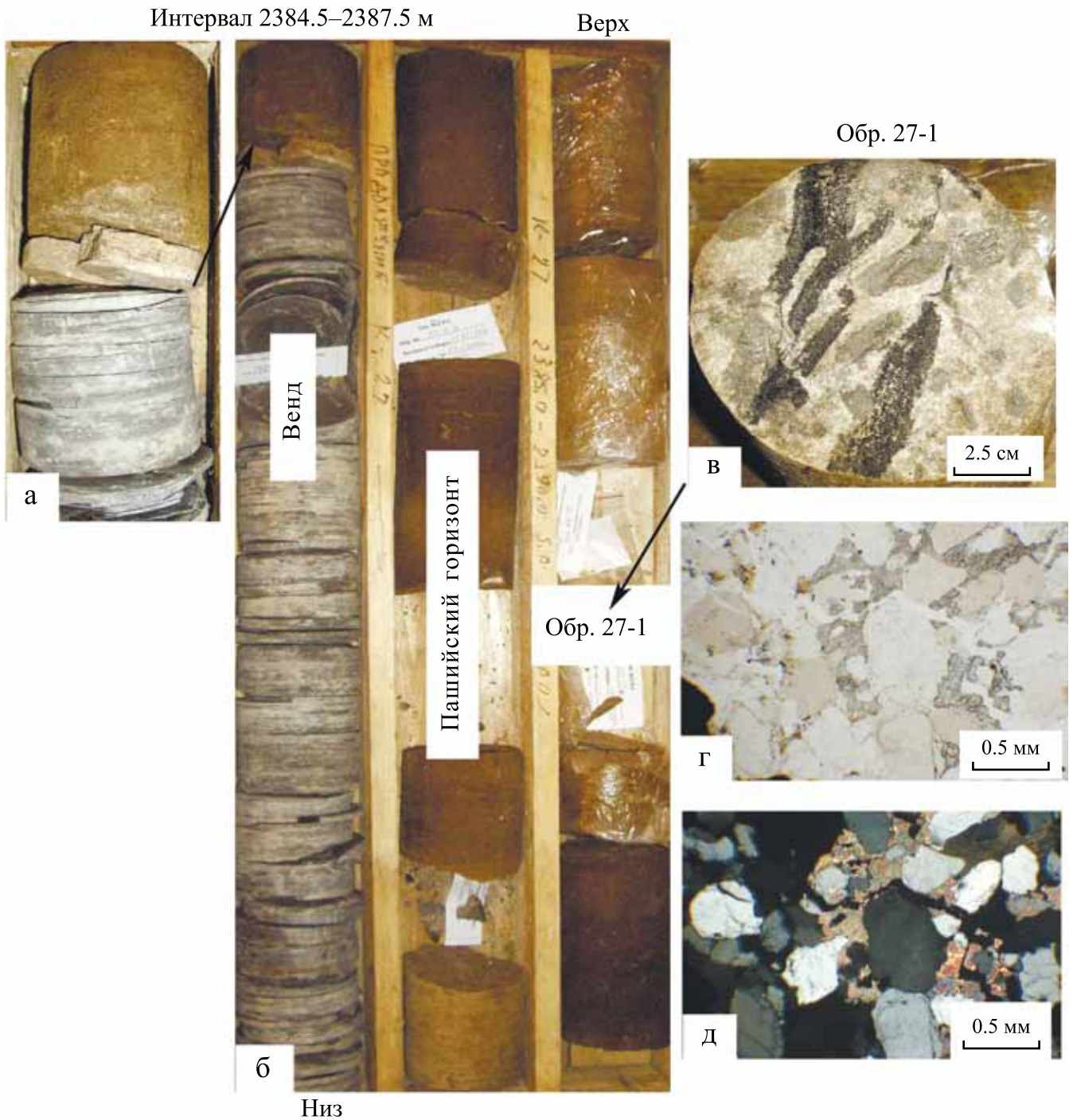


Рис. 5. Фотографии ядра (а–в) и микрофотографии шлифов (г, д) песчаников пашийского горизонта из скв. 2 Рустамовская.

а, б – контакт аргиллитов венды с насыщенными нефтью песчаниками пашийского горизонта, длина ящиков 1 м, диаметр ядра 10 см; в–д – кварцевый песчаник пашийского горизонта, обр. 27-1, гл. 2386.2 м (а – с отпечатками растений (черное), штуп; г, д – с карбонатным цементом, шлиф; в – без анализатора, г – с анализатором).

Fig. 5. Photographs of the core (a–v) and microphotographs of the sandstones (г, д) of the Pashian horizon from the 2 Rustamovskaya.

а, б – contact of the Vendian mudstones with oil saturated sandstones of the Pashiya horizon, the length of the boxes is 1 m, the core diameter is 10 cm; в–д – quartz sandstone of the Pashian horizon, sample 27-1, depth 2386.2 m (а – with plant prints (black), core; г, д – with carbonate cement, thin section; в – under parallel nicols, г – under crossed nicols).

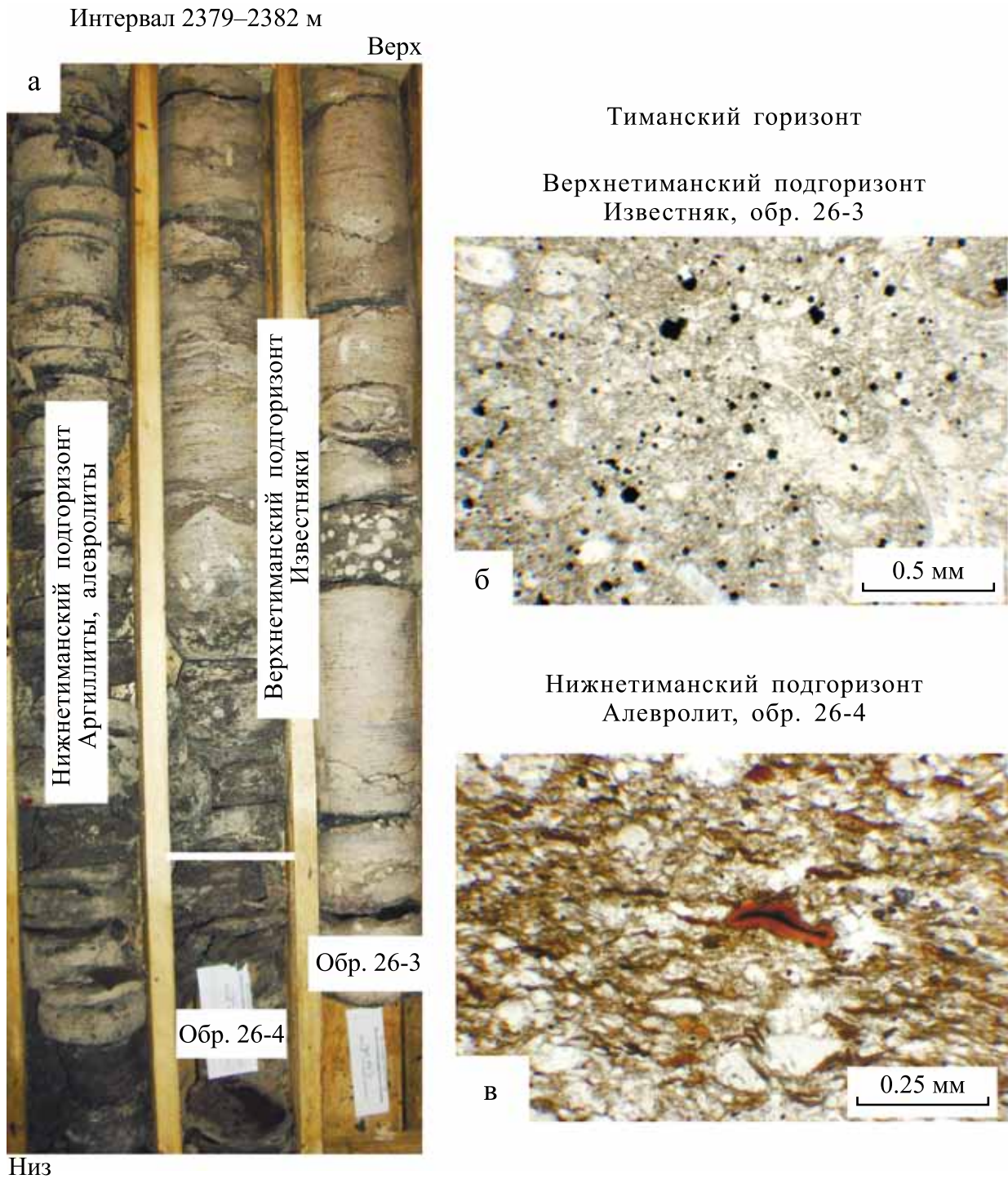


Рис. 6. Фотографии керна (а) и микрофотографии шлифов (б, в) отложений тиманского горизонта.

а – контакт аргиллитов нижнетиманского подгоризонта и известняков (с белыми включениями кораллов) верхнетиманского подгоризонта, диаметр керна 10 см; б – вакстоун биокластовый с алевролитовыми зернами кварца (белое) и вкрапленностью пирита (черное), обр. 26-3, гл. 2380 м; в – алевролит с мелкими фрагментами водорослей тасманитесов оранжевого цвета (в центре), обр. 26-4, гл. 2381 м; б, в – шлифы без анализатора.

Fig. 6. Photographs of the core (a) and microphotographs of thin sections (б, в) of the deposits of the Timan horizon.

а – contact of mudstones of the Lower Timan subhorizon and limestones (with white inclusions of corals) of the Upper Timan subhorizon, core diameter 10 cm; б – bioclastic wackestone with silty quartz grains (white) and pyrite inclusions (black), sample 26-3, depth 2380 m; в – siltstone with small fragments of Tasmanites algae of orange color (in the center), sample 26-4, depth 2381 m; б, в – thin sections under parallel nicols.

Верхний девон. Франский ярус

К франскому ярусу (по МСШ) относятся отложения верхней части тиманского горизонта, саргаевского, доманикового, мендымского и аскынского горизонтов. Аскынский горизонт керном не охарактеризован. По данным ГИС (см. рис. 2), отложения представлены толщей доломитов с редкими терригенными прослоями.

Верхнетиманский подгоризонт

В скв. 1 и 2 к верхней части тиманского горизонта отнесена пачка темно-серых и черных известняков (вакстоунов), прослоями с колониями кораллов и строматопор (баундстоунов и флаутстоунов), скоплениями мелких раковин брахиопод (см. рис. 6а). Микроскопически известняки представлены алевритистыми вакстоунами (см. рис. 6б) с фрагментами раковин остракод, брахиопод, а также флаутстоунами и рудстоунами с кораллами, строматопорами. На основании органических остатков известняки не датированы. Мощность известняков 5.5 м.

Саргаевский горизонт

К саргаевскому горизонту по фауне конодонтов (см. рис. 3, 4) отнесены темно-серые массивные и комковатые, прослоями брекчиевидные известняки с брахиоподами, остракодами, водорослями (вакстоуны), слабозапесоченные, с алевритовой примесью кварца. Граница с тиманским горизонтом условно проведена по смене литологии пород: черные пелитоморфные известняки с колониями кораллов, отнесенные к тиманскому горизонту, вверх по разрезу сменяются серыми массивными и брекчиевидными известняками с конодонтами саргаевского горизонта (рис. 7а, 8б). Мощность горизонта около 10 м. Литологически отложения саргаевского горизонта можно разделить на три части. Нижняя (5 м) сложена темно-серыми брекчиевидными известняками – вакстоунами с брахиоподами и гирванеллами (см. рис. 7в), в них установлены конодонты нижней части саргаевского уровня (см. рис. 4, обр. 25-2, 25-1).

Средняя часть (3 м) сложена серыми неяснослоистыми известняками – биокластовыми вакстоунами с брахиоподами и гастроподами (см. рис. 7б). Они содержат конодонты средней части саргаевского горизонта (см. рис. 4, обр. 24-6, 24-5).

Верхняя часть (2 м) – переходная к доманиковому горизонту, здесь определены конодонты верхнесаргаевского–нижнедоманикового уровня (см. рис. 4, обр. 24-3), отложения представлены темно-серыми неравномерно перекристаллизованными и доломитизированными известняками с крупными рассеянными раковинами брахиопод и с прослойками черного битуминозного известняка (см.

рис. 8а, д). Микроскопически эти известняки представлены кониконхиевыми (стилиолиновыми) вакстоунами с брахиоподами (см. рис. 8в–д). В отдельных прослоях наблюдается необычная перекристаллизация с развитием радиально-лучистого карбоната в виде короны вокруг раковин тентакулит (см. рис. 8г).

Доманиковый горизонт

К доманиковому горизонту относятся черные битуминозные тонкослоистые известняки (вакстоуны с кониконхиями) с прослоями (толщиной по 5–15 см) черных битуминозных вакстоунов и темно-серых органогенных известняков (флаутстоунов – рудстоунов) с многочисленными брахиоподами, строматопорами, кораллами. Переход от саргаевского к доманиковому горизонту постепенный (см. рис. 8а). Граница между ними проведена по кровле темно-серых брахиоподовых известняков с конодонтами верхнесаргаевского–нижнедоманикового уровня (см. рис. 4, обр. 24-3), вверх по разрезу они сменяются черными битуминозными тонкослоистыми кониконхиевыми известняками (см. рис. 8е, ж) с конодонтами доманикового горизонта (см. рис. 4, обр. 24-2). Литологически отложения доманикового горизонта можно разделить на три пачки. В скв. 2 нижняя пачка (8 м) сложена черными тонкослоистыми битуминозными известняками – кониконхиевыми вакстоунами с битуминозными прослойками (см. рис. 8а, е), в них содержатся конодонты нижней части доманика (см. рис. 4). Средняя пачка (7 м) сложена чередующимися черными слоистыми известняками – вакстоунами с прослоями (15–25 см) серых, обогащенных раковинами тонкостенных брахиопод, образующих брахиоподовый ракушняк (рис. 9а–в). Размер раковин брахиопод составляет 0.5–2.0 см, большинство раковин заполнено микритом, отмечаются структуры ватерпасов, при этом верхняя часть внутренней полости выполнена белым кристаллическим кальцитом, оставшаяся полость содержит черный битум (см. рис. 9а). Микроскопически черные известняки представляют собой перекристаллизованные вакстоуны с кониконхиями (см. рис. 9г–е), с прожилками бурого битума (см. рис. 9г). В известняках определены конодонты среднего доманика (см. рис. 4, обр. 23-2, 23-1).

Верхняя пачка (9 м) сложена темно-серыми неяснослоистыми битуминозными известняками (рудстоунами – флаутстоунами) с белыми включениями перекристаллизованных строматопор и кораллов (рис. 10а, б), с прослоями (по 0.5–1.0 м) темно-серых пелитоморфных известняков, представленных вакстоунами и пакстоунами с мелкой биокластикой (брахиоподами, остракодами, криноидеями и другими иглокожими, трубчатými водорослями) (рис. 10в, г). В них установлены конодонты

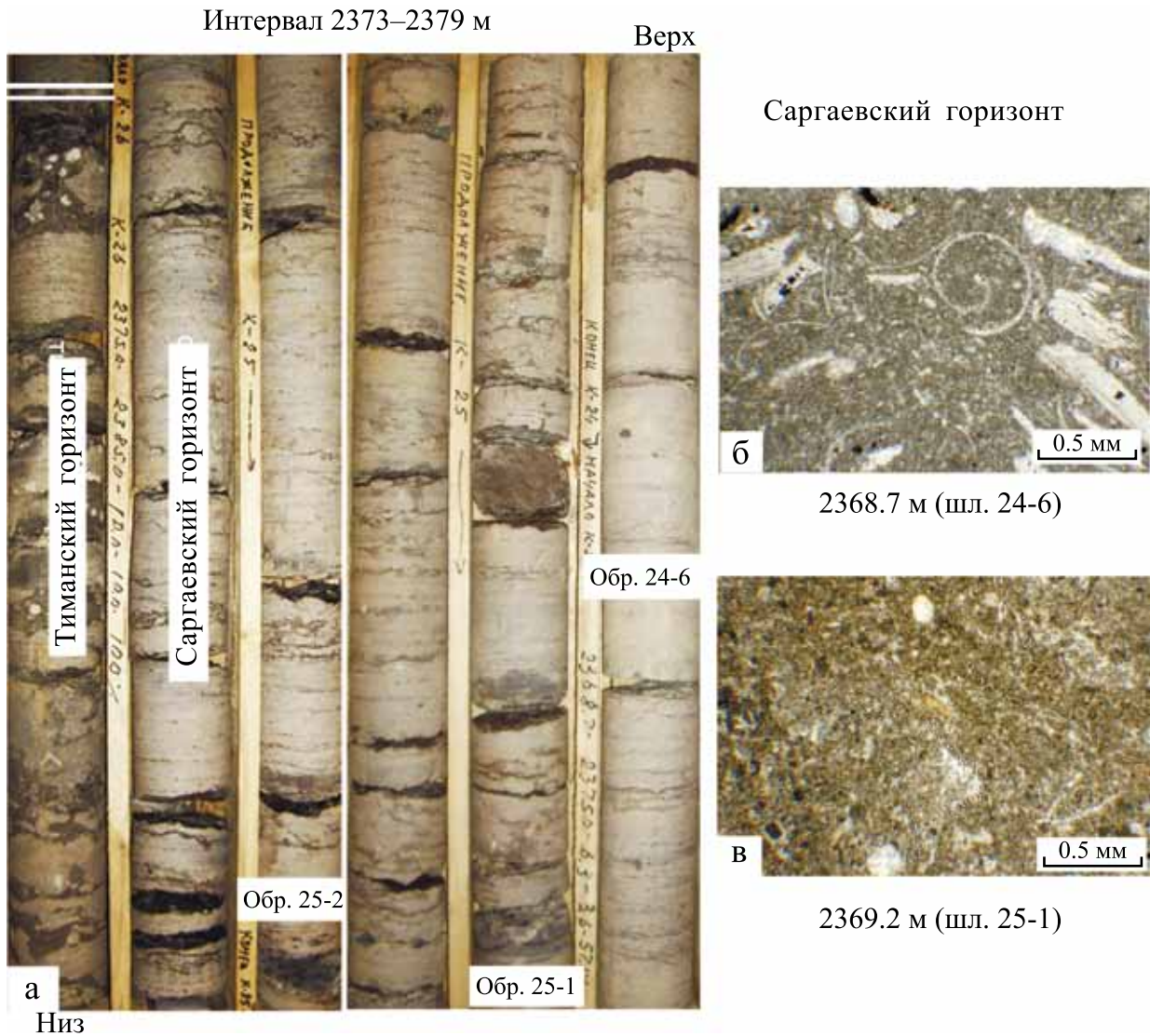


Рис. 7. Фотографии керна (а) и микрофотографии шлифов (б, в) известняков саргаевского горизонтов.

а – контакт известняков верхнетиманского надгоризонта и известняков саргаевского горизонта, диаметр керна 10 см; б – вакстоун биокластовый с гастроподой (в центре), обр. 24-6, гл. 2367.7 м; в – вакстоун биокластовый с гирванеллами, обр. 25-1, гл. 2369.2 м; б, в – шлифы без анализатора.

Fig. 7. Photographs of core (а) and microphotographs of thin sections (б, в) of limestones of the Sargaev horizons.

а – contact of limestones of the Upper Timan subhorizon and limestones of the Sargaev horizon, core diameter 10 cm; б – bioclastic wackstone with gastropoda (in the center), sample 24-6, depth 2367.7 m; в – bioclast wackstone with girvanella, sample 25-1, depth 2369.2 m; б, в – thin sections under parallel nicols.

доманика (см. рис. 4, обр. 22-1–22-3). Мощность доманикового горизонта 24 м.

Мендымский горизонт

Отложения мендымского горизонта охарактеризованы керном в скв. 2, в нижней части они представлены терригенными породами – серыми кварцевыми алевролитами и песчаниками с прослоями

зеленых аргиллитов. Граница между мендымским и доманиковым горизонтами проведена в скв. 2 по кровле серых известняков с прослойками зеленых глин. Известняки представлены битуминозными вакстоунами с кораллами (рис. 11а, б). В верхней части известняки брекчиевидные, с вертикальными зеркалами скольжения и интенсивной пиритизацией. В них установлены конодонты доманик-мендымского уровня (см. рис. 4, обр. 21-8, 21-9).

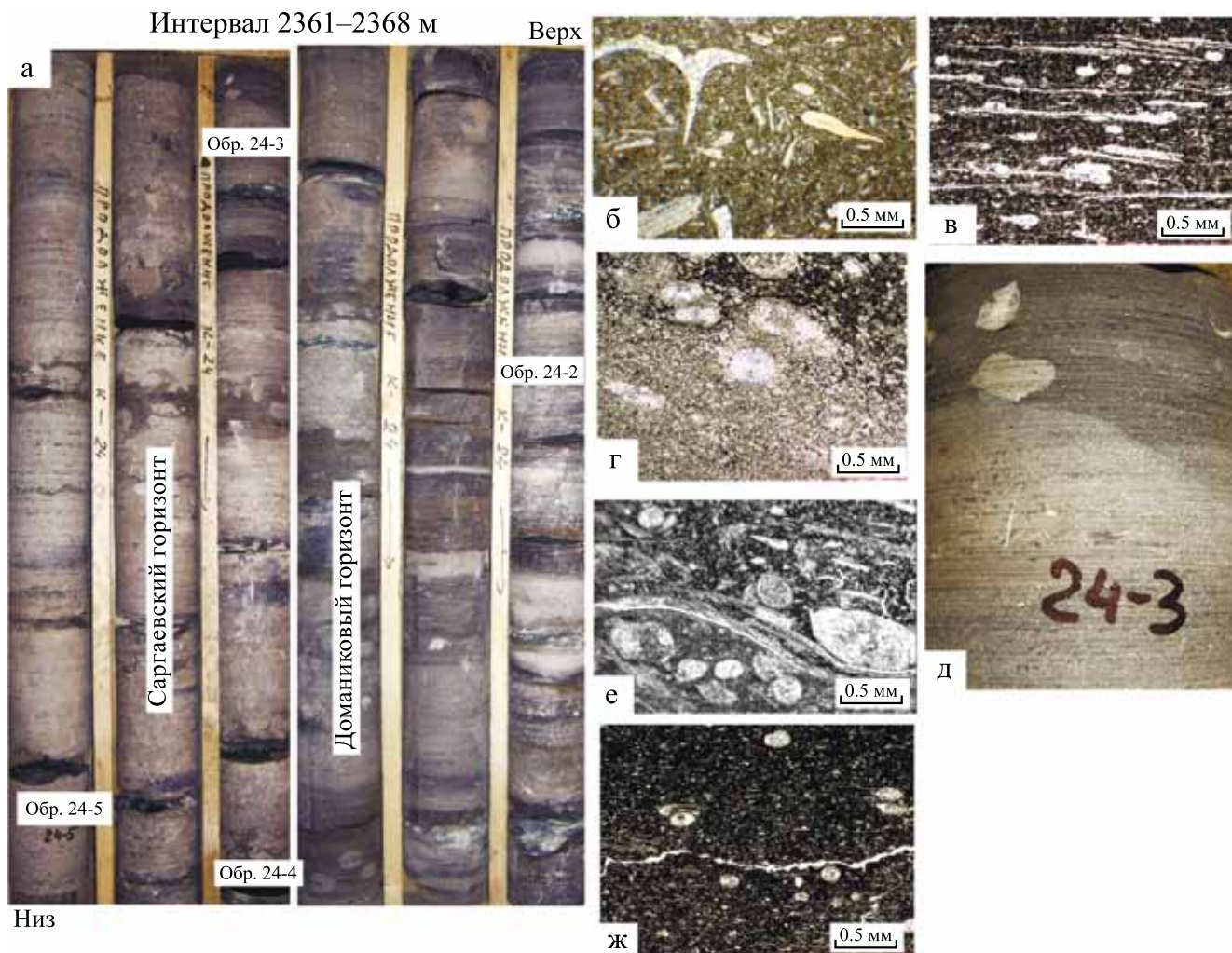


Рис. 8. Фотографии керна (а, д) и микрофотографии шлифов (б–г, е, ж) известняков саргаевского и доманикового горизонтов.

а – пограничные слои саргаевского и доманикового горизонтов, диаметр керна 10 см; б – вакстоун биокластовый с фрагментом конодонта (справа), обр. 24-5, гл. 2368.7 м; в – вакстоун битуминозный слоистый с раковинами кониконхий, вытянутыми по слоистости, с крапленностью пирита, обр. 24-4, гл. 2366 м; г – вакстоун битуминозный, послойно перекристаллизованный, с раковинами кониконхий с радиально-лучистыми кальцитовыми каемками (коронами) вокруг раковин кониконхий, доломитизированный, обр. 24-3, гл. 2365 м; д – контакт светлого перекристаллизованного и темного битуминозного известняка с рассеянными раковинами брахиопод, переходные слои от саргаевского к доманиковому горизонту, обр. 24-3, штупф, ширина 9 см; е – пакстоун битуминозный с раковинами кониконхий и брахиопод, обр. 24-2, гл. 2362 м; ж – вакстоун битуминозный с раковинами кониконхий, доломитизированный, обр. 24-1, гл. 2360 м; б–г, е, ж – шлифы без анализатора.

Fig. 8. Photographs of the core (а, д) and microphotographs of thin sections (б–г, е, ж) of limestone of the Sargaev and Domanic horizons.

а – boundary layers of the Sargaev and Domanic horizons, core diameter 10 cm; б – bioclastic wackstone with a fragment of conodont (right), sample 24-5, depth 2368.7 m; в – bituminous layered wackstone with Coniconchia shells elongated in layering, interspersed with pyrite, sample 24-4, depth 2366 m; г – bituminous wackstone, layered recrystallized, with Coniconchia shells with radially radiating calcite edges (crowns) around Coniconchia shells, dolomitized, sample 24-3, depth 2365 m; д – contact of light recrystallized and dark bituminous limestone with scattered brachiopod shells, transitional layers from Sargaev to Domanic horizon, sample 24-3, core slab, width 9 cm; е – bituminous packstone with Coniconchia shells and brachiopods, sample 24-2, depth 2362 m; ж – bituminous wackstone with Coniconchia shells, dolomitized, sample 24-1, depth 2360 m; б–г, е, ж – thin sections under parallel nicols.

На известняках с резким контактом залегает пласт темно-зеленых аргиллитов (около 1.5 м) с интенсив-

ной пиритизацией, зеркалами скольжения по трещинам (мощность 1.5 м). Выше аргиллиты сменя-

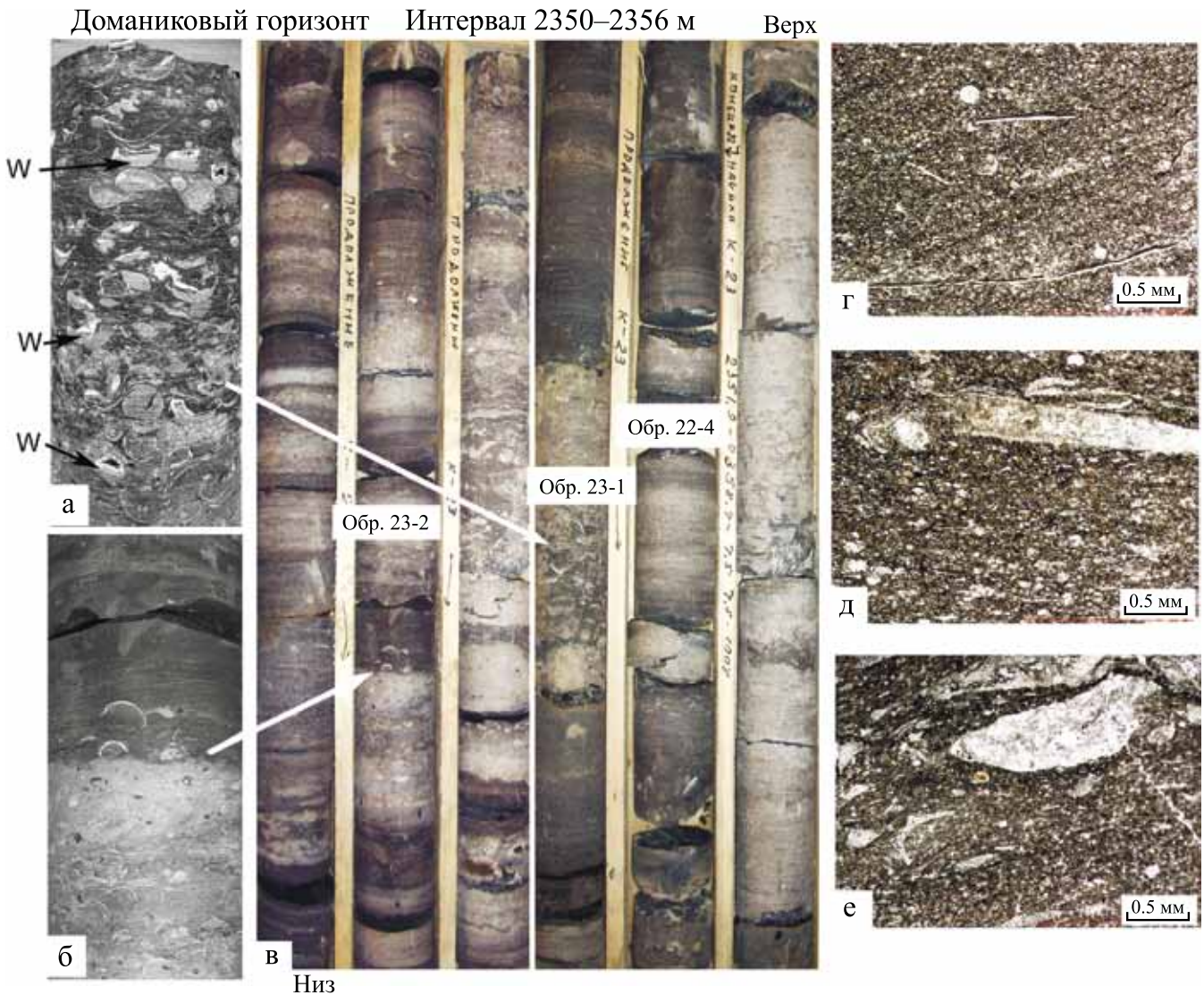


Рис. 9. Фотографии ядра (а–в) и микрофотографии шлифов (г–е) известняков средней части доманиковского горизонта.

а – прослой брахиоподового ракушняка штормовой природы – в раковинах брахиопод наблюдаются ватерпасы (w), часть раковин выполнена белым кристаллическим кальцитом и черным битуминозным веществом, штуф, диаметр ядра на 10 см, обр. 23-1, гл. 2352.5 м; б – контакт черных битуминозных известняков и серых тонкозернистых известняков с раковинами брахиопод, штуф, диаметр ядра 10 см, гл. 2353.7 м; в – чередование битуминозных слоистых известняков, прослоями со скоплениями брахиопод, диаметр ядра 10 см; г–е – вакстоуны с кониконхиями, битуминозные, доломитизированные: г – обр. 23-2, гл. 2354.5 м; д – обр. 23-1, гл. 2352.5 м; е – обр. 22-4, гл. 2351.5 м; шлифы без анализатора.

Fig. 9. Photographs of core (a–v) and microphotographs of the thin sections (г–е) of limestones in the middle part of the Domani horizon.

а – a layer of brachiopod shell rock of stormy nature – water-passes (w) are observed in the shells of brachiopods, part of the shells is made of white crystalline calcite and black bituminous substance, core, diameter core 10 cm, samp. 23-1, depth 2352.5 m; б – contact of black bituminous limestones and gray fine-grained limestones with brachiopod shells, core, core diameter 10 cm, depth 2353.7 m; в – alternation of bituminous layered limestones, interlayers with clusters of brachiopods, core diameter 10 cm; г–е – wackstones with Coniconchia, bituminous, dolomitized: г – samp. 23-2, depth 2354.5 m; д – samp. 23-1, depth 2352.5 m; е – samp. 22-4, depth 2351.5 m; thin sections under parallel nicols.

ются зеленовато-серыми среднезернистыми кварцевыми песчаниками (мощность 1.5 м) с тонкими белыми прослойками алевролитов и черных аргил-

литов (см. рис. 11а) с бурыми пятнами и нефтенасыщенным прослоем мощностью 0.4 м. Песчаники и алевролиты мелкозернистые среднесортированные,

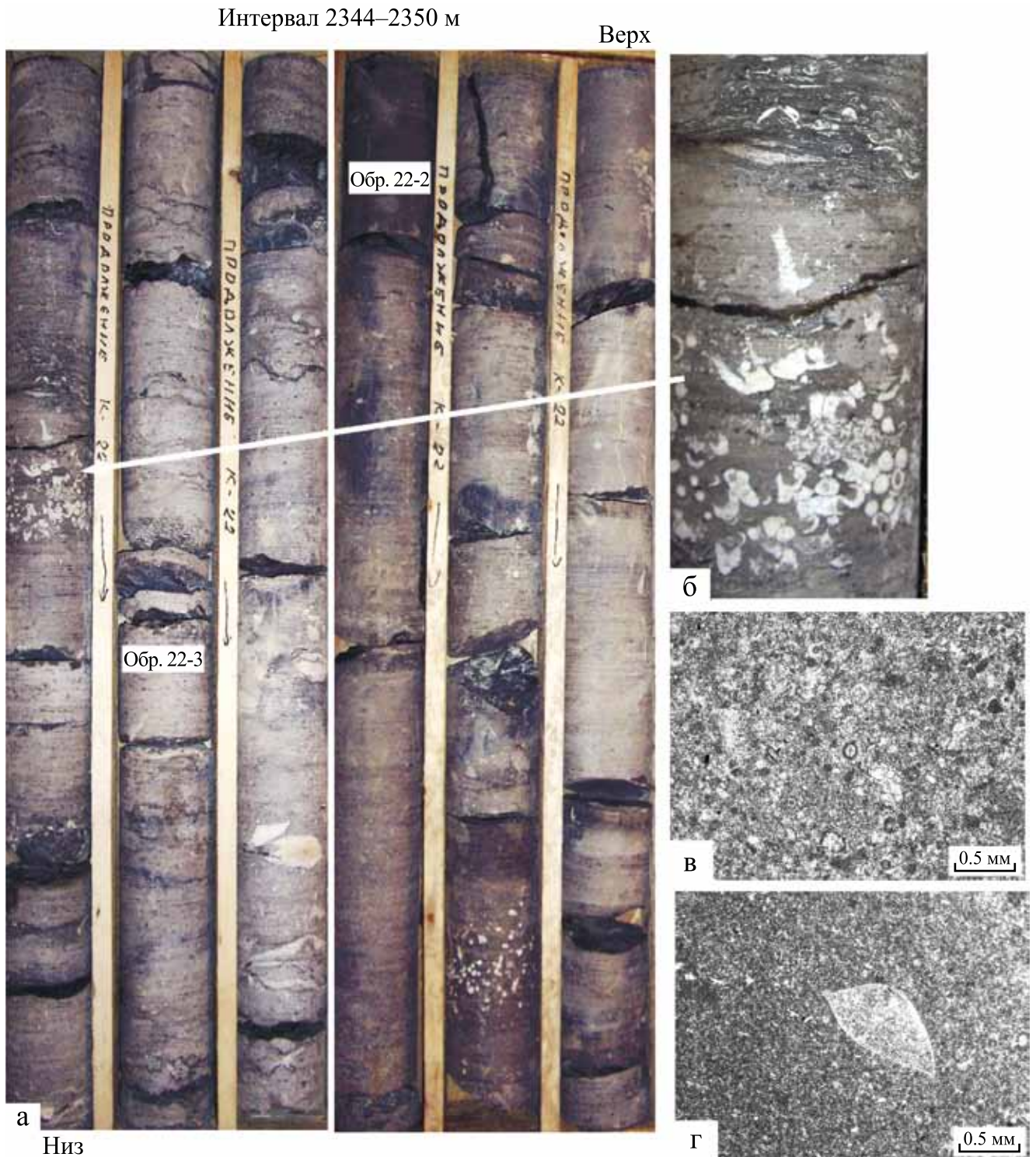


Рис. 10. Фотографии керна (а, б) и микрофотографии шлифов (в, г) известняков верхней части доманиковского горизонта.

а – чередование черных и темно-серых тонкослоистых известняков, прослоями с белыми включениями кораллов и строматопор, интервал 2344–2350 м, длина ящиков 1 м, диаметр керна 10 см; б – прослой известняка с включениями кораллов и раковинами брахиопод, гл. 2349.4 м, штаф, диаметр керна 10 см; в – пакстоун тонкопеллоидный с кальцисферами (архисферами) и трубчатыми водорослями, перекристаллизованный, светлый прослой, обр. 22-3, гл. 2348.5 м; г – вакстоун битуминозный с раковиной остракоды, темный прослой, обр. 22-2, гл. 2346.6 м; в, г – шлифы без анализатора.

Fig. 10. Photographs of core (a, б) and microphotographs of thin sections (в, г) of limestones of the upper part of the Domanic horizon.

a – alternation of black and dark gray thin-layered limestones, interlayers with white inclusions of corals and stromatopores, interval 2344–2350 m, length of boxes 1 m, core diameter 10 cm; б – limestone interlayer with coral inclusions and brachiopod shells, depth 2349.4 m, ore, core diameter 10 cm; в – thin-peloid packstone with calcispheres (archispheres) and tubular algae, recrystallized, light interlayer, sample 22-3, depth 2348.5 m; г – bituminous wackstone with ostracode shell, dark interlayer, sample 22-2, depth 2346.6 m; д, е – thin sections under parallel nicols.

биотурбированные, с контактовой цементацией и пленочным карбонатным цементом, пористые, с бурым УВ в межзерновых промежутках, с мелкой вкрапленностью пирита (см. рис. 11в). Кроме кварца в песчанике встречаются обломки микрокварцитов и зерна плагиоклаза. По составу они сходны с песчаниками пашийского горизонта, которые также сложены кварцем без примеси слюды. Выше отмечается прослой зеленых известковистых песчаников с прослойками аргиллитов и песчанистых известняков – биокластовых вакстоунов (см. рис. 11а, г). В песчанистых известняках обнаружены конодонты мендымского горизонта (см. рис. 4, обр. 21-4). На них залегает пласт (1.5 м) темно-серых обломочных известняков (рудстоунов) с колониями кораллов и редкими брахиоподами (см. рис. 11а). Выше лежит пласт (около 3 м) тонкослоистых зеленовато-серых водорослевых известняков (водоросли – иссинеллы, умбеллы, камни) с тонкими глинисто-алевритистыми прослоями (см. рис. 11а, д). Вскрытая мощность отложений мендымского горизонта 7 м.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты биостратиграфических и литофациальных исследований позволяют определить стратиграфическую приуроченность нефтяных залежей и характер связи нефтеносных отложений с условиями формирования пород-коллекторов, проследить эволюцию палеогеографических обстановок и историю геологического развития в начале франского века на территории Башкирского свода, провести корреляцию разнофациальных разрезов.

Стратиграфическая приуроченность нефтеносных отложений

Особенностью строения данного разреза является залегание датированных пашийских отложений без видимых следов размыва на мощной толще серо-зеленых аргиллитов, палеонтологически немых и отнесенных к докембрию (см. рис. 5а, б). Полученные палеонтологические данные подтвердили позднеживетский (по МСШ) возраст пашийских песчаников, вмещающих основную залежь месторождения. Перекрывающие глинистые осадки по спорам отнесены к нижней части тиманско-

го (кыновского) горизонта. В скв. 1 Рустамовская в глинистой пачке (1.4 м), залегающей на пашийских песчаниках, выделен тиманский комплекс спор. Вышележащие серые известняки с кораллами отнесены к верхней части тиманского горизонта по положению между датированными нижнетиманскими и нижнесаргаевскими отложениями. Следует отметить, что на территории платформенной Башкирии отложения кыновского (аналога тиманского) горизонта разделяются на три пачки: нижнюю глинистую (мощность 1–4 м), среднюю и верхнюю карбонатные, датированные по брахиоподам и остракодам (Тяжева и др., 1961). В унифицированной схеме Русской платформы (Решение..., 1990) в тиманском горизонте выделены нижний и верхний подгоризонты (Постановления..., 2008). По данным (Ovnatanova, Kononova, 2008), основание верхнетиманского подгоризонта сопоставляется с границей среднего и верхнего девона.

Известняки саргаевского горизонта впервые на данной территории датированы по конодонтам (см. рис. 3, 4) и разделены на три литологические пачки. На каротажных кривых саргаевские слои небольшой мощности четко выделяются повышением НГК и понижением ГК, отражая карбонатный состав осадков (см. рис. 2).

Доманиковые отложения также разделяются по каротажу на три пачки: две нижние – битуминозно-карбонатные, верхнюю – карбонатную. В них установлены конодонты зон *punctata*, *hassii* и, предположительно, *jamiseae*. Ранее доманиковые слои на территории Башкирии выделялись по фауне брахиопод, остракод, гониатит, кониконхий, а также по каротажным кривым (Тяжева и др., 1961). На соседней территории складчатого Урала (хр. Каратау) кыновский, саргаевский, доманиковый горизонты охарактеризованы макрофауной (Иванушкин и др., 2009).

В прослоях алевролитов и аргиллитов в пашийском горизонте и битуминозно-глинистых прослойках среди известняков саргаевского и доманикового горизонтов впервые для данной территории обнаружены остатки тасманитесов – микропланктонных организмов – маркеров нефтепродуцирующих толщ (см. рис. 6в). Этот одноклеточный фитопланктон в некоторые эпохи дает всплеск продуктивности и считается основным поставщиком ОВ в горючих сланцах и нефтематеринских породах морского происхождения. Они встречены в

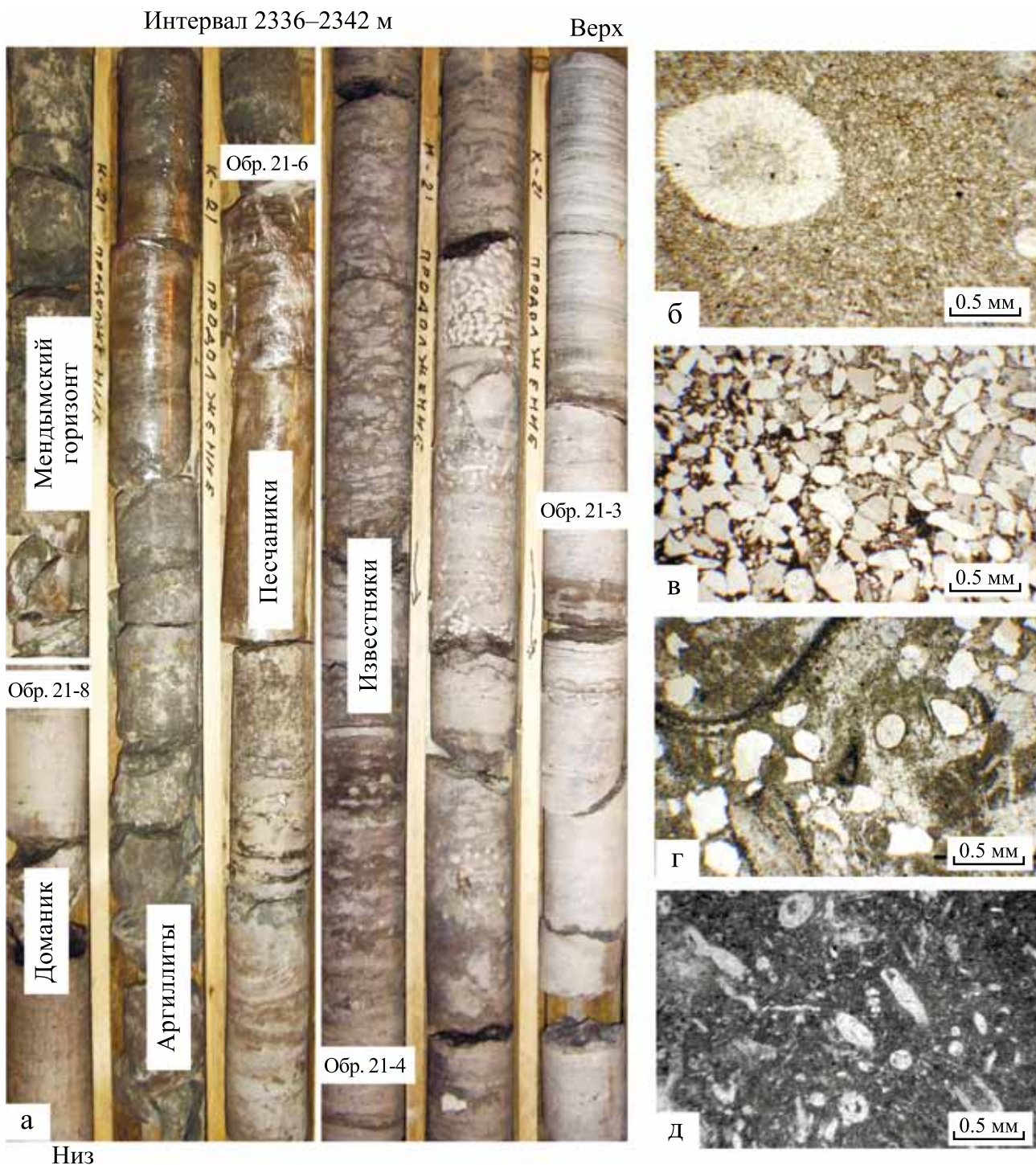


Рис. 11. Фотографии ядра (а) и микрофотографии шлифов (б–д) пограничных пород доманикового и мендымского горизонтов.

а – контакт битуминозных известняков доманикового горизонта с аргиллитами мендымского горизонта, которые вверх по разрезу сменяются песчаниками и перекрываются брекчиевидными известняками с кораллами, интервал 2344–2350 м, длина ящиков 1 м, диаметр ядра 10 см; б – вакстоун с кораллами, обр. 21-9, гл. 2342 м; в – кварцевый песчаник с битуминозно-карбонатным цементом, обр. 21-6, гл. 2339.2 м; г – песчаный известняк (водорослево-биокластовый вакстоун) с терригенной примесью зерен кварца (белое), обр. 21-4, гл. 2338.8 м; д – биокластовый вакстоун с многочисленными трубчатыми водорослями, обр. 21-3, гл. 2336.4 м; б–д – шлифы без анализатора.

Fig. 11. Photographs of core (a) and microphotographs of thin sections (b–d) of the Domanic and Mendym horizon boundary rocks.

a – contact of bituminous limestones of the Domanic horizon with mudstones of the Mendym horizon, which are replaced by sandstones up the section, and overlapped by breccia-like limestones with corals, interval 2344–2350 m, length of boxes 1 m, core diameter 10 cm; б – wackstone with corals, sample 21-9, depth 2342.0 m; в – quartz sandstone with bituminous-carbonate cement, sample 21-6, depth 2339.2 m; г – sandy limestone (algal-bioclastic wackstone) with a terrigenous admixture of quartz grains (white), sample 21-4, depth 2338.8 m; д – bioclastic wackstone with numerous tubular algae, sample 21-3, depth 2336.4 m; б–д – thin sections under parallel nicols.

породах верхнего девона и нижней перми Тимано-Печорской провинции, Приуралья и Прикаспия. Изменение их цвета (от светло-желтого – желтого – оранжевого – коричневого до черного) является показателем “зрелости” керогена и зависит от катагенетических преобразований органического вещества. (Здобнова и др., 2007; Горожанина и др., 2009). Они указывают на перспективность не только доманиковых слоев, но тиманских и саргаевских как нефтематеринских отложений.

Стратиграфическое положение наддоманиковой залежи, приуроченной к пластам песчаников, залегающих на известняках доманика, трактуется неоднозначно (Юлбарисов и др., 2010; Горожанина и др., 2010а). По мнению ряда авторов, эти песчаники сопоставляются с орловскими слоями аскынского горизонта верхнего франа, распространенными на Южном Урале в восточном обрамлении Юрюзано-Айской впадины и разрезах хр. Каратау (Юлбарисов и др., 2010; Масагутов, 1988). В то же время маломощные прослой кварцевых песчаников (около 1 м) в основании мендымского горизонта описаны в скважинах Башкирского свода (Тяжева и др., 1961; Сяндюков, 1975). Палеонтологически охарактеризованные (по фауне остракод и брахиопод) мендымские слои установлены на Уржумской, Байкибашевской, Апрельской, Каировской площадях восточного склона Башкирского свода, они сложены буровато-серыми глинистыми и конгломератовидными известняками, в их основании местами залегает прослой темно-зеленых кварцевых песчаников с зернами глауконита. В западной части Башкирского свода на Калтасинской и Орьебашской площадях в основании мендымских известняков отмечен прослой зеленовато-серого известковистого аргиллита, отделяющего их от доманиковых слоев (Тяжева и др., 1961). В скв. 2 Рустамовская в песчаных известняках, залегающих на терригенном прослое, установлен комплекс конодонтов зоны *E. thenana* (см. рис. 4, обр. 21-4), на основании этого наддоманиковые слои отнесены к мендымскому горизонту. Эти данные указывают на значительное распространение терригенных осадков в основании мендымского горизонта на территории Башкирского свода, которые, вероятно, и были отнесены к орловским слоям. Судя по описанию строения орловских отложений на Башкирском своде (Масагутов, 1988), эти отложения сходны с выделенными на Рустамовской площади мендымскими терригенными осадками. Возможно, имеются два уровня песчаных отложений в

разрезе верхнего франа – в мендымском горизонте (на Башкирском своде) и аскыньском горизонте в Юрюзано-Сылвенской впадине, где алевропесчаные осадки отмечаются в скважинах Каирово-1, Тастуба-1, а также на Красноключевской площади (скв. 7).

Следует отметить, что в основании орловских слоев в некоторых разрезах Каратау на размытой и выветрелой поверхности верхнедевонских (саргаевских, доманиковых и мендымских-самсоновских) известняков залегают бокситы (Тяжева и др., 1961), указывающие на континентальный перерыв, т. е. существование поднятий, выведенных выше уровня моря в позднем фране. О наличии поднятий свидетельствуют данные о залегании орловских песчаников непосредственно на породах докембрия в разрезах восточного Каратау (у Симского завода) (Тяжева и др., 1961).

Фациальные особенности и палеогеографическая обстановка

Литофациальные особенности терригенных и карбонатных отложений вскрытого Рустамовскими скважинами живет-франского интервала указывают на формирование пород в условиях шельфовой зоны при колебаниях уровня моря и чередовании терригенной и карбонатной седиментации (рис. 12).

В основании палеозойского разреза на темно-серых немых аргиллитах венда (?) с резким ровным контактом залегают кварцевые алевролиты и песчаники пашийского горизонта. Вверх по разрезу песчаники (мощность 3.2 м) переходят в белые кварцевые алевролиты с серыми глинистыми прослойками (1.4 м) и перекрываются зеленовато-серыми тонкослоистыми аргиллитами (1.4 м) с пашийско-тиманским комплексом спор. Отложения относятся к фации мелководного шельфа с терригенной седиментацией. На морские условия седиментации указывает характер горизонтальной слоистости, хорошая сортировка зерен, их “отмытость” (отсутствие глинистого матрикса), местами наличие карбонатного цемента, постепенная смена песчаников алевролитами и аргиллитами, а также присутствие красно-оранжевых остатков водорослей тасманитесов. Растительные остатки в песчаниках являются переотложенными.

На аргиллитах тиманского горизонта залегают темно-серые мелкозернистые известняки, прослоями (10–15 см) обогащенные кораллами, скелеты

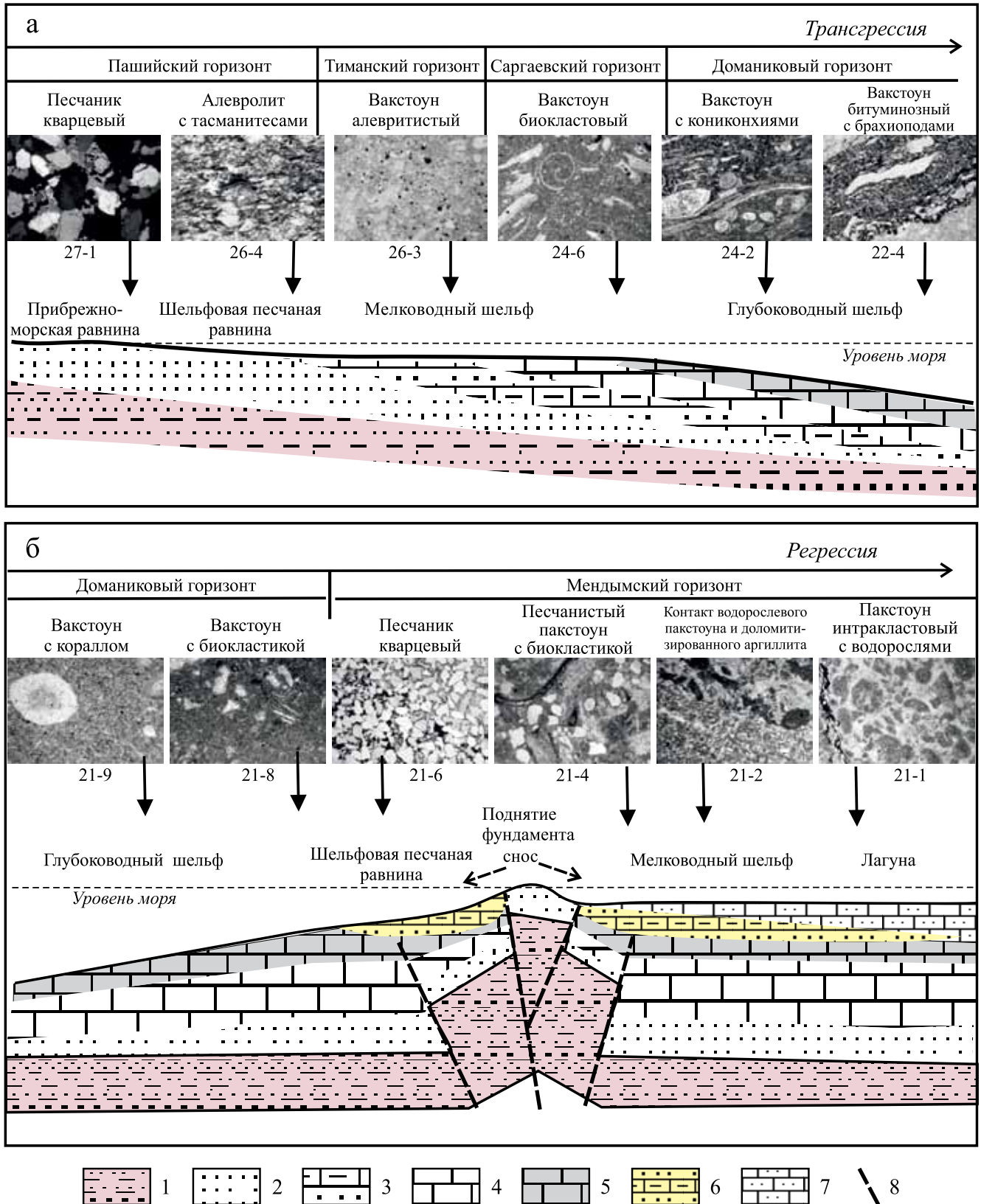


Рис. 12. Модель строения шельфа (вне масштаба) и распределение литотипов и микрофаций терригенных и карбонатных пород, отражающих трансгрессивную (а) и регрессивную (б) последовательность смены обстановок осадконакопления на территории Аязовского месторождения (северо-восток Башкирии).

а – в конце живетского – начале франского века, б – во франском веке. 1 – породы основания (протерозой и неопротерозой); 2 – песчаники и алевролиты пашийского горизонта; 3 – известковистые алевролиты и известняки тиманского горизонта; 4 – известняки саргаевского горизонта; 5 – глубоководные известняки доманикового горизонта; 6 – алевролиты и песчаники мендымского горизонта; 7 – известняки мендымского горизонта. Цифры – номера образцов из скв. 2 Рустамовская. Ширина микрофотографий – 2 мм, шлифы, без анализатора.

Fig. 12. Shelf structure model and distribution of lithotypes and microfacies of terrigenous and carbonate rocks reflecting transgressive (a) and regressive (b) sequences of changing sedimentation conditions on the territory of the Ayazo oil field (north-east of Bashkiria).

a – at the end of the Zhivetian – the beginning of the Frasnian, б – in the of the Frasnian. 1 – base rocks (Proterozoic and Neoproterozoic); 2 – sandstones and siltstones of the Pashiya horizon; 3 – calcareous siltstones and limestones of the Timan horizon; 4 – limestones of the Sargaevo horizon; 5 – deep-water limestones of the Domanic horizon; 6 – siltstones and sandstones of the Mendym horizon; 7 – limestones of the Mendym horizon. Digits are the numbers of samples from the well 2 Rustamovskaya. The width of microphotographs is 2 mm, thinning sections, under parallel nicols.

которых выполнены белым кальцитом и четко выделяются на темном фоне породы, они разделены слоями (по 10–20 см) серых пелитоморфных известняков (вакстоунов) со слоями черных глинистых алевролитов (см. рис. 6). Конодонты в них не обнаружены. Отложения отнесены к верхнетиманскому подгоризонту по положению в разрезе между датированными тиманскими аргиллитами и саргаевскими известняками, мощность 5–6 м. Отложения формировались в относительно тиховодной обстановке, на что указывает тонкобиокластовый матрикс известняков, представленный вакстоуном. Присутствие многочисленных остатков кораллов свидетельствует о формировании маломощных коралловых биогермов (калиптр) в зоне открытого мелководного шельфа. Наличие небольшой алевроитовой примеси зерен кварца в матриксе известняков указывает на уменьшение терригенного привноса к концу тиманского времени.

Смена мелководных фаций глубоководными известняками отмечается в середине саргаевского горизонта. Нижняя пачка сложена известняками, представленными гирванелловыми пакстоунами и вакстоунами (см. рис. 7в) мелководья. Известняки содержат многочисленные фрагменты сплетенных тонких цилиндрических нитей – остатки нитчатых цианобактерий *Girvanella* (Flügel, 2010), ранее относимых к водорослям. Средняя пачка представлена тонкобиокластовыми вакстоунами (см. рис. 8а, б), формировавшимися в более тиховодных условиях. Тентакулитовые вакстоуны появляются в конце саргаевского века (см. рис. 8в, г). Они характеризуются обилием тентакулит в битуминозном доломитизированном и перекристаллизованном матриксе. Особенностью их строения является наличие вокруг раковин тентакулит радиально-лучистых кальцитовых каемок (корон) (см. рис. 8г). Тентакулитовые известняки такого типа отмечаются и в других разрезах битуминозных (доманикоидных) отложений на границе саргаевского и доманикового горизонтов (Горожанин и др., 2019; Фортунатова и др., 2018).

Отложения доманикового горизонта мощностью до 30 м подразделяются на три литологические пачки, отражающие условия постепенного понижения уровня моря. Нижняя пачка сложена вакстоунами и пакстоунами с многочисленными кониконхиями в темном микритовом битуминозном матриксе (см. рис. 8е, ж). Отложения формировались в относительно глубоководных условиях бассейна, на что указывают тонкозернистый состав карбонатного осадка, отсутствие мелководной фауны. Прослой со скоплением раковин кониконхий, вероятно, формировались под действием донных течений (см. рис. 8е). Этот тип осадков является характерным для доманикового горизонта и широко распространенным на территории Волго-Уральской провинции (Сюндюков, 1975; Фортунатова и др., 2018; Горожанина и др., 2019). Средняя пачка представлена слоистыми черными известняками (вакстоунами с кониконхиями) с прослоями, обогащенными раковинами брахиопод, представляющими собой брахиоподовый ракушняк (см. рис. 9). На перенос штормовыми течениями этих ракушняковых скоплений указывает хаотичное незакономерное и перевернутое положение раковин, внутри многих из них наблюдается геопетальное заполнение карбонатным илом (ватерпасы) (см. рис. 9а), а также отмечаются резкие нижние и неровные верхние контакты прослоев. Отложения формировались под действием штормов в обстановке относительно глубоководного шельфа рампового типа (Flügel, 2010). Верхняя пачка сложена битуминозными мелкобиокластовыми известняками (вакстоунами) с остракодами, кораллами, строматопорами, брахиоподами, криноидеями (см. рис. 10). Изменение состава фаунистических остатков (в известняках исчезают тентакулиты, появляются колониальные кораллы, строматопоры, криноидеи и водоросли) отражает уменьшение глубины моря и возникновение отложений в более мелководной обстановке открытого шельфа.

Особенностью доманиковых фаций в данном разрезе является отсутствие организмов с кремнистым скелетом (радиолярий и спикул губок) и как

следствие этого – отсутствие кремней и кремненных прослоев. Единичные спикулы, а также зубы рыб наблюдались в нерастворимых остатках проб на конодонты. Окремнение отмечается по раковинам брахиопод. Радиоларии и спикулы описаны в доманиковых осадках других регионов (Морозов и др., 2014; Фортунатова и др., 2018). Кремнисто-битуминозные тонко-ритмично-слоистые породы (высокоуглеродистые карбонатно-кремнистые сланцеватые), характерные для центральных зон Камско-Кинельских прогибов (Фортунатова и др., 2018), в разрезе данных скважин не встречены. Наиболее характерным типом пород здесь являются битуминозные тентакулитовые известняки. В конце доманикового времени на данной территории отмечается стадия падения уровня моря.

В мендымское время происходит резкая смена карбонатных осадков терригенными образованиями (см. рис. 2, 11). Отложения, отнесенные к мендымскому горизонту, в основании представлены глинистыми породами – зеленовато-серыми аргиллитами (1.5 м), с резким контактом залегающими на биокластовых известняках (вакстоунах) с конодонтами пограничного доманик-мендымского уровня. В аргиллитах отмечаются зеркала скольжения и интенсивная пиритизация. Резкий неровный контакт с известняками может указывать на наличие перерыва в осадконакоплении и, возможно, размыва отложений перед последующим приносом терригенного материала. Вверх по разрезу аргиллиты сменяются среднезернистыми биотурбированными кварцевыми песчаниками (1.5 м) с тонкими прослойками черных глинистых аргиллитов. Характер отложений и тип тонкой слоистости указывают на условия мелководной шельфовой зоны (равнины), возможно, с приливно-отливным влиянием. Песчаники постепенно сменяются песчанистыми известняками (около 0.5 м) – вакстоунами с тонкой биокластикой (см. рис. 11а, г), в которых обнаружены конодонты мендымского горизонта (см. рис. 3, обр. 21-4). Выше залегают органично-обломочные известняки (вакстоуны и рудстоуны) с многочисленными кораллами и брахиоподами – фацция открытого шельфа (мощность 1.5 м). Они резко сменяются водорослевыми известняками – вакстоунами и литобиокластовыми пакстоунами с многочисленными трубчатыми водорослями родов *Kamaena*, *Issinella* (см. рис. 11д) и тонкими прослоями глинисто-алевритовых пород (2 м). Отложения представляют фаццию более мелководной зоны шельфа (с глубиной моря в несколько метров – нижний уровень фотической зоны или подприливная зона) (Flügel, 2010). Их перекрывают мелкообломочные (литокластовые) известняки с брахиоподами и фрагментами кораллов (1.9 м).

Чередование разных фациальных типов пород указывает на периодическое изменение глубины моря в шельфовой зоне, возможно, из-за неста-

бильной тектонической обстановки. В отложениях мендымского горизонта появляется терригенный материал – сначала глинистый, потом песчаный, постепенно сменяющийся песчано-карбонатными и карбонатными осадками с мелководными водорослями – каменами, ижеллами, иссинеллами (см. рис. 11). Это означает принос терригенного материала в область открытого шельфа и последующий цикл обмеления территории с образованием мелководного карбонатного шельфа. Ранее песчаники, вскрытые скважинами в верхней части франского яруса, были отнесены к орловским слоям аскынского горизонта, образование их рассматривалось в эрозионных врезках в известняках мендымского горизонта в виде песчаных пластов рукавообразной формы (Масагутов, 1988; Юлбарисов и др., 2010). Литологическая изменчивость пород отражается в изменении толщины пластов песчаников (Юлбарисов и др., 2010). Наличие глинистой пачки в основании и постепенность смены терригенных осадков карбонатными отложениями указывают на трансгрессивную последовательность смены фаций. Поступление песчаного материала с тектонических поднятий вероятно под воздействием течений и волновой деятельности, осаждение его в депоцентрах возможно в виде линз в зоне мелководного шельфа (см. рис. 12б).

Литофациальный анализ живет-франских отложений в скважинах Рустамовской площади показал, что наблюдаемая последовательная смена терригенных прибрежно-морских осадков пашийского горизонта и низов тиманского (кыновского) горизонта мелководными известняками тиманского и саргаевского горизонтов, а затем глубоководными глинисто-битуминозными известняками доманика отражает трансгрессивный цикл на данной территории. Максимум трансгрессии отмечается к середине доманика (см. рис. 12а). Характер фациальной последовательности осадков доманикового и мендымского горизонтов показывает регрессивную смену условий глубоководного шельфа на более мелководные условия шельфовой равнины с приносом терригенного материала. Особенности седиментации могут быть обусловлены тектоническими событиями и формированием тектонического поднятия, снос с которого вызвал формирование терригенных прослоев среди карбонатных отложений (см. рис. 12б).

История геологического развития

Позднеживетские пашийские песчаники залегают на немых аргиллитах венда, фиксируя значительный стратиграфический перерыв, обусловленный вероятным поднятием территории Башкирского свода в предпашийское время и размывом (или ненакоплением) отложений. Из разреза выпадают отложения ордовика, силура, нижнего

и среднего девона. На соседней территории Урала эти отложения представлены шельфовыми терригенными и карбонатными осадками (Тяжева и др., 1961; Иванушкин и др., 2009).

Трансгрессия моря в конце живета сопровождалась формированием пашийских прибрежно-морских песчаников, которые сменились глинистыми и карбонатными шельфовыми отложениями. В позднем девоне общемировая трансгрессия (Sandberg et al., 1988, 2000) выразилась в формировании глубоководных карбонатных осадков доманикового горизонта, более или менее равномерно покрывших всю территорию Волго-Уральской части Русской платформы. В мендымское время произошла фаціальная дифференциация осадков. Распределение шельфовых, депрессионных и биогермных фаций верхнего девона контролируется системой Камско-Кинельских прогибов с познефранского (мендымского) времени (Сюндюков, 1975; Мкртчян, 1980; Масагутов, 1988; Горожанина и др., 2011).

Одной из ветвей этой системы является Актаныш-Чишминский прогиб, расположенный к юго-западу от данной территории и отделенный зоной шельфа Башкирского свода (см. рис. 1). Центральная зона прогиба – область распространения депрессионных фаций (доманикоидов), бортовые части маркируются увеличением мощности шельфовых карбонатов и развитием органогенных построек. Территория между прогибами рассматривается как шельфовая зона. К ней относится и область Башкирского свода, в северо-восточной части которого локализовано Аязовское месторождение (см. рис. 1). Доманиковые нефтематеринские слои в Рустамовских скважинах характеризуются преимущественно карбонатным составом, содержат многочисленную макрофауну (кониконхии, брахиоподы, кораллы, строматопоры), глинисто-битуминозные прослойки с тасманитесами. Кремнистые остатки в доманиковых отложениях (радиолярии, спикулы) в данных разрезах не установлены, что, вероятно, отличает доманикоиды сводовых участков от таковых центральных зон прогибов (Фортунатова и др., 2018; Горожанина и др., 2019).

Появление прослоев песчаников среди верхнефранских известняков в области Башкирского палеошельфа в связи с процессом формирования Камско-Кинельских прогибов отмечалась ранее Р.Х. Масагутовым (1988). Образование Актаныш-Чишминского прогиба к югу от данной территории сопровождалось формированием локальных поднятий на соседнем участке шельфа, размыв которых привел к появлению терригенного материала в этой зоне. Терригенные осадки не могли достигнуть центральных зон прогиба, которые отделялись зоной биогермов. Сходство состава пашийских и мендымских песчаников (преимущественно кварцевых, без примеси слюды) указывает на сходный состав источника сноса. Можно также

предполагать размыв пашийских песчаников, выведенных на поверхность в зонах локальных поднятий (см. рис. 126). Отмечается омоложение песчаников в юго-восточном направлении – в сторону Урала (появление песчаных орловских слоев в аскыном горизонте), что может быть связано как с неравномерным поднятием этих зон, так и с постепенной регрессией моря на юго-восток. В ряде разрезов Урала орловские слои лежат на коре выветривания по мендымским известнякам или на докембрийских породах (ашинской серии венда, разрез Илек) (Иванушкин и др., 2009). Источником сноса для мендымских и орловских терригенных осадков могли служить поднятия фундамента (Тараташский и Осинцевский выступы) (Горожанин, 2011).

Полученные данные показывают, что формирование песчаных пород – коллекторов пашийского и мендымского горизонтов – проходило в условиях мелководного шельфа, но в разных тектонических условиях. Пашийские песчаники формировались в конце живета на начальной стадии трансгрессивного цикла. В условиях постепенного погружения (затопления) происходило образование шельфовой карбонатной последовательности от мелководных условий к глубоководной впадине. Карбонатные осадки тиманского, саргаевского и доманикового горизонтов возникли в условиях постепенного увеличения глубоководности шельфа. Мендымские песчаники появились в результате резкой регрессии моря и поступления терригенной кластики с тектонических поднятий в зоны шельфовых впадин. Предполагается, что живет-франский (пашийско-доманиковый) цикл седиментации связан с общемировой трансгрессией, в то время как принос кластического материала в начале мендымского времени обусловлен активизацией тектонических поднятий и опусканий краевой части платформы во время заложения Камско-Кинельской системы прогибов (Горожанина и др., 2019).

Возрастными аналогами мендымско-орловских песчаных слоев на юго-восточной окраине Русской платформы являются песчаники и алевролиты нефтеносной колганской толщи, распространенной к северу от Оренбургского вала (Яхимович, 1998). Интервал их образования (по конодонтам и остракодам) – поздний фран (мендымский и аскынский горизонты) – ранний фамен (Ovnatanova, Kononova, 2008), условия образования – приливно-отливная зона (Никитин и др., 2014), распространение их локализовано на юго-западном склоне Восточно-Оренбургского сводового поднятия и также совпадает со временем формирования Камско-Кинельской системы прогибов (Горожанина и др., 2010б, 2019). Это показывает приуроченность локально распространенных терригенных осадков к тектоническим поднятиям, сопровождавшимся образованием системы прогибов на окраине платформы.

ВЫВОДЫ

По керну скв. 1 и 2 Рустамовским Аязовского месторождения проведено расчленение разреза нефтеносных горизонтов живет-франского интервала. Выделены пашийский горизонт (3 м), тиманский горизонт, разделенный на нижнетиманский (3) и верхнетиманский (6) подгоризонты, саргаевский (10), доманиковский (25–28) и мендымский (более 6 м) горизонты, образующие трансгрессивно-регрессивную последовательность. В пашийско-тиманских терригенных осадках выделены палинокомплексы зоны *S. optivus* – *S. krestovnikovii*. В известняках саргаевского и доманикового горизонтов выделены конодонтовые зоны *E. и L. falsiovalis*, *transitans*, *punctata-hassi*, *jamieae*. В мендымских отложениях определены конодонты зоны *E. rhenana*.

Формирование песчаных пород-коллекторов пашийского и мендымского горизонтов происходило в условиях мелководного шельфа. Смена мелководных фаций глубоководными известняками отмечается в верхней части саргаевского горизонта. Максимум трансгрессии наблюдается в середине доманикового горизонта. Мендымские песчаники формировались в результате резкой регрессии моря и поступления терригенной кластики с тектонических поднятий в зоны шельфовых впадин.

Таким образом, вскрытый скв. 1 и 2 Рустамовскими разрез живет-франских отложений показывает цикличность в смене терригенных и карбонатных обстановок осадконакопления, связанную с общемировыми трансгрессивно-регрессивными циклами и осложненную тектоническими событиями, обусловленными заложением Камско-Кинельской системы прогибов на платформе. Положение нефтяных залежей в под- и наддоманиковых песчаниках определено структурным фактором.

Полученные материалы могут быть использованы для корреляции разрезов франского яруса Волго-Уральской области. Комплексное литолого-биостратиграфическое исследование актуально и для решения важных стратиграфических проблем – обоснования биостратиграфических границ горизонтов.

Благодарности

Авторы признательны ЗАО “Ингеохолдинг” за предоставленный керновый материал. Выражаем также благодарность рецензентам за ценные замечания и рекомендации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Артюшкова О.В., Тельнова О.П., Мизенс Л.И., Мизенс А.Г. (2022) Первая находка *Skeletognathus norrisi* в ассоциации со спорами высших растений и брахиоподами в пограничных живетско-франских отложениях, вскрытых скважиной № 8 Царичанская (Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, Русская платформа). *Литосфера*, 22(4), 432-447. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-4-432-447>

- Баймухаметов К.С., Гайнуллин К.Х., Сыртланов А.Ш., Тимашев Э.М. (1997) Геологическое строение и разработка Арланского нефтяного месторождения. Уфа: Башнефть, 368 с.
- Горожанин В.М. (2011) Структурно-тектонический контроль положения залежей углеводородов на северо-востоке Башкирии. *Геол. сборник № 9*. Уфа: Дизайн-ПолиграфСервис, 140-146.
- Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. (2017) Роль седиментационных и тектонических факторов в размещении залежей УВ на юго-востоке Русской. *Новые идеи в геологии нефти и газа – 2017*. Сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. (Отв. ред. А.В. Ступакова). М.: Перо, 71-73.
- Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Артюшкова О.В., Заграновская Д.Е., Захарова О.А. (2019) Вторичное минералообразование в породах доманикового горизонта. *Экзолит-2019. Фациальный анализ в литологии: теория и практика: годовое собрание (научные чтения), посвященное 110-летию со дня рождения Г.Ф. Крашенинникова*. Сб. науч. материалов. (Под ред. Ю.В. Ростовцевой). М.: МАКС Пресс, 38-40.
- Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Ефимов А.Г., Побережский С.М., Исакова Т.Н., Черных В.В., Пазухин В.Н. (2009) Депрессионные отложения ранней перми юга Предуралья (по материалам глубокого бурения). *Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ*. Мат-лы II Всерос. конф., посвящ. 175-летию со дня рождения Н.А. Голловкинского. Казань: Казанский ун-т, 176-178.
- Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Пазухин В.Н., Барыкин И.В., Шакуров Р.К. (2010а) Литофациальный состав отложений верхнего девона и нижнего-среднего карбона, вскрытых скважинами на Рустамовской площади (северо-восток Башкирии). *Геология и нефтегазоносность севера северных районов Урало-Поволжья*. Сб. науч. тр. к 100-летию со дня рождения П.А. Софроницкого. Пермь: Пермский ун-т, 35-37.
- Горожанина Е.Н., Побережский С.М., Горожанин В.М., Ефимов А.Г. (2010б) Тектоническая модель седиментации верхнедевонской колганской толщи западной части Оренбургского вала (по данным бурения). *Актуальные вопросы литологии*. Мат-лы 8-го Урал. литол. совещ. Екатеринбург: ИИГ УрО РАН, 82-84.
- Горожанина Е.Н., Пазухин В.Н., Горожанин В.М., Кочетова Н.Н., Чибрикова Е.В. (2011) Стратиграфия и литофации девона юго-запада Оренбуржья (по данным бурения). *Геол. сборник № 9*. Уфа: Дизайн-Полиграф-Сервис, 44-53.
- Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Заграновская Д.Е., Захарова О.А. (2019) О строении Камско-Кинельской системы прогибов. *Изв. вузов. Геология и разведка*, (3), 9-20.
- Егорова Н.П., Халимов Э.М., Озолин Б.В. и др. (1975) Закономерности размещения и условия формирования залежей нефти и газа Волго-Уральской области. В 8 т. Т. IV. Башкирская АССР. М.: Недра, 240 с.
- Здобнова Е.Н., Остроухов С.Б., Рагозина А.Л. (2007) Значение планктонных микроводорослей рода *Tasmanitaseae* при определении степени зрелости органического вещества. *Мат-лы III сессии Палеонтол. о-ва при РАН*. СПб.: ВСЕГЕИ, 57-59.
- Иванушкин А.Г., Богдавленская О.В., Зенкова Г.Г., Брей-

- вель И.А., Курик Э.Ю. (2009) Девонские отложения западного склона Южного Урала. *Литосфера*, (1), 3-22.
- Лозин Е.В. (2015) Геология и нефтеносность Башкортостана. Уфа: БашНИПИнефть, 704 с.
- Масагутов Р.Х. (1988) Палеогеографические условия осадконакопления средне- и верхнефранских отложений Башкирского палеосвода в связи с их нефтегазонасностью. *Тектоника и нефтегазонасность*. Сб. ст. (Отв. ред. Ю.В. Казанцев). Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 60-65.
- Мкртчян О.М. (1980) Закономерности размещения структурных форм на востоке Русской плиты. М.: Наука, 135 с.
- Морозов В.П., Кольчугин А.Н., Королев Э.А., Плотнокова И.Н., Пронин Н.В. (2014) Литолого-фациальный анализ доманикитов Волго-Уральского региона. *Виртуальные и реальные литологические модели*. Мат-лы 10-го Урал. литол. совещ. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 134-136.
- Никитин Ю.И., Рихтер О.В., Вилесов А.П., Махмудова Р.Х. (2014) Структура и условия формирования колганской толщи на юге Оренбургской области. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 9(2), 1-12.
- Пазухин В.Н., Масагутов Р.Х., Федорченко В.А., Крылова Е.А. (2006) Обоснование возраста верхнедевонских отложений востока Благовещенской впадины. *Мат-лы VI Межрегион. геол. конф.* Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 54-57.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. (2002) Вып. 33. СПб.: ВСЕГЕИ, 29-34.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. (2008) (Отв. ред. А.И. Жамойда, О.В. Петров). Вып. 38. СПб.: ВСЕГЕИ, 131 с.
- Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами. Девонская система. (1990) (Ред. М.А. Ржонсницкая, В.Ф. Куликова). Л.: ВСЕГЕИ, 58 с.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). (1993) Екатеринбург: УрО РАН, 151 с.
- Сюндюков А.З. (1975) Литология, фации и нефтегазонасность карбонатных отложений Западной Башкирии. М.: Наука, 174 с.
- Тяжева А.П., Микрюков М.Ф., Рождественская А.А. (1961) Девонские отложения Башкирии. Стратиграфия. Ч. I. М.: АН СССР, 251 с.
- Унифицированная субрегиональная стратиграфическая схема верхнедевонских отложений Волго-Уральского субрегиона. Объяснительная записка (2018). (Ред. Н.К. Фортунатова). М.: ВНИГНИ, 63 с.
- Фортунатова Н.К., Зайцева Е.Л., Кононова Л.И., Баранова А.В., Бушуева М.А., Михеева А.И., Афанасьева М.С., Обуховская Т.Г. (2018) Литолого-фациальная и биостратиграфическая характеристика верхнедевонских отложений опорной скважины 1 Мелекесская (Мелекесская впадина, Волго-Уральская область). *Бюлл. МОИП*, 93(5-6), 3-49.
- Юлбарисов И.М., Юлбарисов Э.М., Барыкин М.В. (2010) В орловском горизонте Бымско-Кунгурской впадины открыта "рукавообразная" залежь. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы VIII Межрегион. науч.-практ. конф. Республики Башкортостан. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 179-182.
- Яхимович Г.Д. (1998) Колганский нефтегазоносный бассейн и роль тектоники в его формировании. *Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области*. (Ред. Н.Ф. Козлов, А.С. Пантелеев). Оренбург: Оренбургское кн. изд-во, 72-76.
- Dunham R.J. (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Classification of Carbonate Rocks*. (Ed. by W.E. Ham). V. 1. Tulsa: AAPG Memoir, 108-121.
- Flügel E. (2010) Microfacies of carbonate rocks. Berlin: Springer-Verlag, 984 p.
- Ovnatanova N., Kononova L. (2008) Frasnian conodonts from the Eastern Russian platform. *Paleontol. J.*, 42(10), 997-1166. <https://doi.org/10.1134/S0031030108100018>
- Sandberg C.A., Ziegler W., Morrow J.R. (2000) Late Devonian events and mass extinctions. *Catastrophic Events and Mass Extinctions: Impacts and Beyond*. Houston: Luna and Planetary Institute, 188-190.
- Sandberg C.A., Ziegler W., Dreesen R., Butler J.L. (1988) Late Frasnian mass extinctions: conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 102, 263-307.

REFERENCES

- Artyushkova O.V., Tel'nova O.P., Mizens L.I., Mizens A.G. (2022) The first finding of *Skeletognathus norrisi* in association with higher plant spores and brachiopods in the Givetian-Frasnian boundary deposits drilled by borehole No. 8 Tsarichanskaya (East Orenburg uplift, Russian Platform). *Lithosphere (Russia)*, 22(4), 432-447. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2022-22-4-432-447>
- Baymukhametov K.S., Gainullin K.Kh., Syrtlanov A.Sh., Timashev E.M. (1997) Geological structure and development of the Arlan oil field. Ufa, Bashneft' Publ., 368 p.
- Decision of the Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting on the Middle and Upper Paleozoic of the Russian Platform with regional stratigraphic schemes. Devonian system. (1990) (Ed. by M.A. Rzhonsnitskaya, V.F. Kulikova). Leningrad, VSEGEI, 58 p. (In Russ.)
- Dunham R.J. (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Classification of Carbonate Rocks*. (Ed. by W.E. Ham). V. 1. Tulsa, AAPG Memoir, 108-121.
- Flügel E. (2010) Microfacies of carbonate rocks. Berlin, Springer-Verlag, 984 p.
- Fortunatova N.K., Zaitseva E.L., Kononova L.I., Baranova A.V., Bushueva M.A., Mikheeva A.I., Afanasyeva M.S., Obukhovskaya T.G. (2018) Lithological-facies and biostratigraphic characteristics of the Upper Devonian sediments of the reference well 1 Melekesskaya (Melekesskaya depression, Volga-Ural region). *Bull. MOIP*, 93(5-6), 3-49. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M. (2011) Structural and tectonic control of the position of hydrocarbon deposits in the north-east of Bashkiria. *Geologicheskii Sbornik No. 9*. Ufa, Dizain-PoligrafServis Publ., 140-146. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N. (2017) The role of sedimentation and tectonic factors in the placement of hydrocarbon deposits in the south-east of the Russian. *New ideas*

- in the geology of oil and gas – 2017*. Collection of scientific papers based on the materials of the conference. (Ed. by A.V. Stupakova). Moscow, Pero Publ., 71-73. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N., Artyushkova O.V., Zagranovskaya D.E., Zakharova O.A. (2019) Secondary mineral formation in rocks of the Domanic horizon. *Exo-lite-2019. Facial analysis in Lithology: Theory and Practice: annual meeting (scientific readings) dedicated to the 110th anniversary of the birth of G.F. Krashennnikov*. Collection of scientific materials. (Ed. by Yu.V. Rostovtseva). Moscow, MAX Press, 38-40. (In Russ.)
- Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M., Efimov A.G., Berezhsky S.M., Isakova T.N., Chernykh V.V., Pazukhin V.N. (2009) Depression deposits of the Early Permian of the south of the Pre-Ural trough (based on deep drilling materials). *Upper Paleozoic of Russia: stratigraphy and facies analysis*. Materials of the Second All-Russian Conference dedicated to the 175th anniversary of the birth of N.A. Golovkinsky. Kazan, Kazan University, 176-178. (In Russ.)
- Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M., Pazukhin V.N., Barykin I.V., Shakurov R.K. (2010a) Lithofacial composition of Upper Devonian and Lower-Middle Carboniferous sediments exposed by wells on Rustamovskaya Square (north-east of Bashkiria). *Geology and oil and gas potential of the north of the northern regions of the Ural-Volga region*. Collection of scientific papers to the 100th anniversary of the birth of P.A. Sofronitsky. Perm, Perm University, 35-37. (In Russ.)
- Gorozhanina E.N., Poberezhsky S.M., Gorozhanin V.M., Efimov A.G. (2010b) Tectonic model of sedimentation of the Upper Devonian Kolgan strata at the western part of the Orenburg Uplift (according to drilling data). *Topical issues of lithology*. Materials of the 8th Ural Lithological Meeting. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 82-84. (In Russ.)
- Gorozhanina E.N., Pazukhin V.N., Gorozhanin V.M., Kochetova N.N., Chibrikova E.V. (2011) Stratigraphy and lithofacies of the Devonian of the south-west of Orenburg region (according to drilling data). *Geologicheskii Sbornik No. 9*. Ufa, DizainPoligrafServis Publ., 44-53. (In Russ.)
- Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M., Zagranovskaya D.E., Zakharova O.A. (2019) On the structure of the Kamsko-Kinel system of deflections. *Izv. vuzov. Geologiya i Razvedka*, (3), 9-20. (In Russ.)
- Ivanushkin A.G., Bogoyavlenskaya O.V., Zenkova G.G., Breivel' I.A., Kurik E.Yu. (2009) Devonian deposits of the western slope of the Southern Urals. *Lithosphere (Russia)*, (1), 3-22. (In Russ.)
- Lozin E.V. (2015) Geology and oil-bearing of Bashkortostan. Ufa, BashNIPIneft' Publ., 704 p. (In Russ.)
- Masagutov R.H. (1988) Paleogeographic conditions of sedimentation of the Middle and Upper Frasnian deposits of the Bashkir paleo-uplift in connection with their oil and gas content. *Tectonics and oil and gas potential*. (Ed. by Yu.V. Kazantsev). Ufa, BNTs UrO AN SSSR, 60-65. (In Russ.)
- Mkrtchan O.M. (1980) Regularities in the position of structural forms in the east of the Russian Plate. Moscow, Nauka Publ., 135 p. (In Russ.)
- Morozov V.P., Kolchugin A.N., Korolev E.A., Plotnikova I.N., Pronin N.V. (2014) Lithological-facies analysis of Domanicites of the Volga-Ural region. *Virtual and real lithological models*. Materials of the 10th Ural Lithological Meeting. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 134-135. (In Russ.)
- Nikitin Yu.I., Rikhter O.V., Vilesov A.P., Makhmudova R.H. (2014) Structure and conditions of formation of the Kolgan strata in the south of the Orenburg region. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 9(2), 1-12. (In Russ.)
- Ovnatanova N., Kononova L. (2008) Frasnian conodonts from the Eastern Russian platform. *Paleontol. J.*, 42(10), 997-1166. <https://doi.org/10.1134/S0031030108100018>
- Pazukhin V.N., Masagutov R.H., Fedorchenko V.A., Krylova E.A. (2006) Substantiation of the age of the Upper Devonian deposits of the east of the Blagoveshchensk Depression. *Materials of the VI Interregional Geological Conference*. Ufa, DizainPoligrafServis Publ., 54-57. (In Russ.)
- Egorova N.P., Khalimov E.M., Ozolin B.V. et al. (1975) Regularities of placement and conditions of formation of oil and gas deposits in the Volga-Ural region. V. IV. Bashkir ASSR. Moscow, Nedra Publ., 240 p. (In Russ.)
- Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its Standing Commissions. (2002) V. 33. St.Petersburg, VSEGEI, 29-34. (In Russ.)
- Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its Standing Committees. (2008) V. 38. (Ed. by A.I. Zhamoida, O.V. Petrov). St.Petersburg, VSEGEI, 131 p. (In Russ.)
- Sandberg C.A., Ziegler W., Dreesen R., Butler J.L. (1988) Late Frasnian mass extinctions: conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 102, 263-307.
- Sandberg C.A., Ziegler W., Morrow J.R. (2000) Late Devonian events and mass extinctions. *Catastrophic Events and Mass Extinctions: Impacts and Beyond*. Houston, Luna and Planetary Institute, 188-190.
- Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic). (1993) Ekaterinburg, UrO RAN, 151 p. (In Russ.)
- Syundyukov A.Z. (1975) Lithology, facies and oil and gas content of carbonate deposits of Western Bashkiria. Moscow, Nauka Publ., 174 p. (In Russ.)
- Tyazheva A.P., Mikryukov M.F., Rozhdestvenskaya A.A. (1961) Devonian deposits of Bashkiria. Stratigraphy. Pt I. Moscow, USSR AN, 251 p. (In Russ.)
- Unified sub-regional stratigraphic scheme of Upper Devonian deposits of the Volga-Ural subregion: Explanatory Note. (2018) (Ed. by N.K. Fortunatova). Moscow, VNIGNI, 63 p. (In Russ.)
- Yakhimovich G.D. (1998) The Kolgan oil and gas basin and the role of tectonics in its formation. *Geology and development of oil and gas fields of the Orenburg region*. (Ed. by N.F. Kozlov, A.S. Panteleev). Orenburg, Orenburgskoe kn. izd-vo, 72-76. (In Russ.)
- Yulbarisov I.M., Yulbarisov E.M., Barykin M.V. (2010) A "sleeve-shaped" deposit was discovered in the Orel horizon of the Bym-Kungur depression. *Geology, minerals and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories: Materials of the VIII Interregional Scientific and Practical Conference of the Republic of Bashkortostan*. Ufa, DizainPoligrafServis Publ., 179-182. (In Russ.)
- Zdobnova E.N., Ostroukhov S.B., Ragozina A.L. (2007) The significance of planktonic microalgae of the genus *Tasmanitaceae* in determining the degree of maturity of organic matter *Materials of the LIII session of the Paleontological Society at the Russian Academy of Sciences*. St.Petersburg, VSEGEI, 57-59. (In Russ.)