

УДК 551.7.56:551.7:552.54:551.734.5(470.4/.5)

Ю.А. Гатовский¹, А.В. Ступакова², Г.А. Калмыков³, Н.И. Коробова⁴,
А.А. Суслова⁵, Р.С. Сауткин⁶, Д.Г. Калмыков⁷

НОВЫЕ ДАННЫЕ О БИОСТРАТИГРАФИИ И ФАЦИАЛЬНЫХ ТИПАХ РАЗРЕЗОВ ДОМАНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (ВЕРХНИЙ ДЕВОН) ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО БАССЕЙНА

Приводятся новые данные о биостратиграфии и фациальных типах разрезов доманиковых отложений Волго-Уральского бассейна. Детально описаны четыре типа разрезов: отложения шельфа карбонатной платформы, биогенные постройки внешней зоны шельфа карбонатной платформы, отложения склонов депрессионной впадины и отложения депрессионной впадины. По результатам палеонтологических исследований удалось определить возраст вмещающих пород. Подобная информация служит основой для построения моделей формирования доманиковых отложений и их палеогеографических реконструкций.

Ключевые слова: Волго-Уральский бассейн, доманиковые отложения, верхний девон, биостратиграфия, конодонты, литология, фациальный анализ, типы разрезов.

New data on biostratigraphy and facies types sections of the Domanik deposits Volga-Urals Basin are represented in this article. Four types of the sections were described in details: deposits of the shelf carbonate platform, biogermes of the outer zone of the shelf carbonate platform, slopes deposits of depression and deposits of depression. The age of the Domanik rocks were determined by the results of paleontological researches. This information is the basis for modeling Domanik deposits and paleogeographic reconstructions.

Key words: Volga-Urals Basin, Domanik deposits, Upper Devonian, biostratigraphy, conodonts, lithology, facies analysis, types of sections.

Введение. В связи с тем что в настоящее время запасы нефти из традиционных резервуаров России сокращаются, большое внимание уделяется нетрадиционным источникам углеводородного сырья, к которым относятся доманиковые отложения Волго-Уральского бассейна. Как правило, эти отложения имеют сложное строение, представлены частым чередованием пород разного минерального состава и содержат интервалы разреза с высоким содержанием углеводов (УВ) как в свободном состоянии, так и в матрице породы. Возможность прогнозировать ресурсы углеводов в сланцевых толщах основана на детальных геолого-геофизических исследованиях. Биостратиграфические и литостратиграфические методы — часть этих исследований, поэтому работа посвящена изучению вопросов стратиграфиче-

ской приуроченности доманиковых отложений к тем или иным литологическим подразделениям, определению возраста этих отложений, а также выделению разных типов разрезов и бассейновому анализу.

Материал и методика исследований. Собран значительный объем фактического материала, как регионального, освещающего строение и состав отложений всего Волго-Уральского бассейна, так и специального на участках деятельности компании ОАО «НК Роснефть». Для анализа строения разреза высокоуглеродистой доманиковой формации изучены следующие скважины: Пешковская-41 и -42, Есенеевская-117, Скифская-160, Сударовская-170, Малогасвитская-220 и Боголюбовская-681. Расположение скважин показано на рис. 1. Полученный материал позволил комплексно проана-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра палеонтологии, ст. науч. с.; *e-mail:* gatovsky@geol.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, профессор; *e-mail:* ansto@geol.msu.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, доцент; *e-mail:* gera64@geol.msu.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, ассистент; *e-mail:* nataliya.korobova@mail.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, науч. с.; *e-mail:* suslovaanna@yandex.ru

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, науч. с.; *e-mail:* gomsau@yandex.ru

⁷ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, науч. с.; *e-mail:* kalmykov988@gmail.com

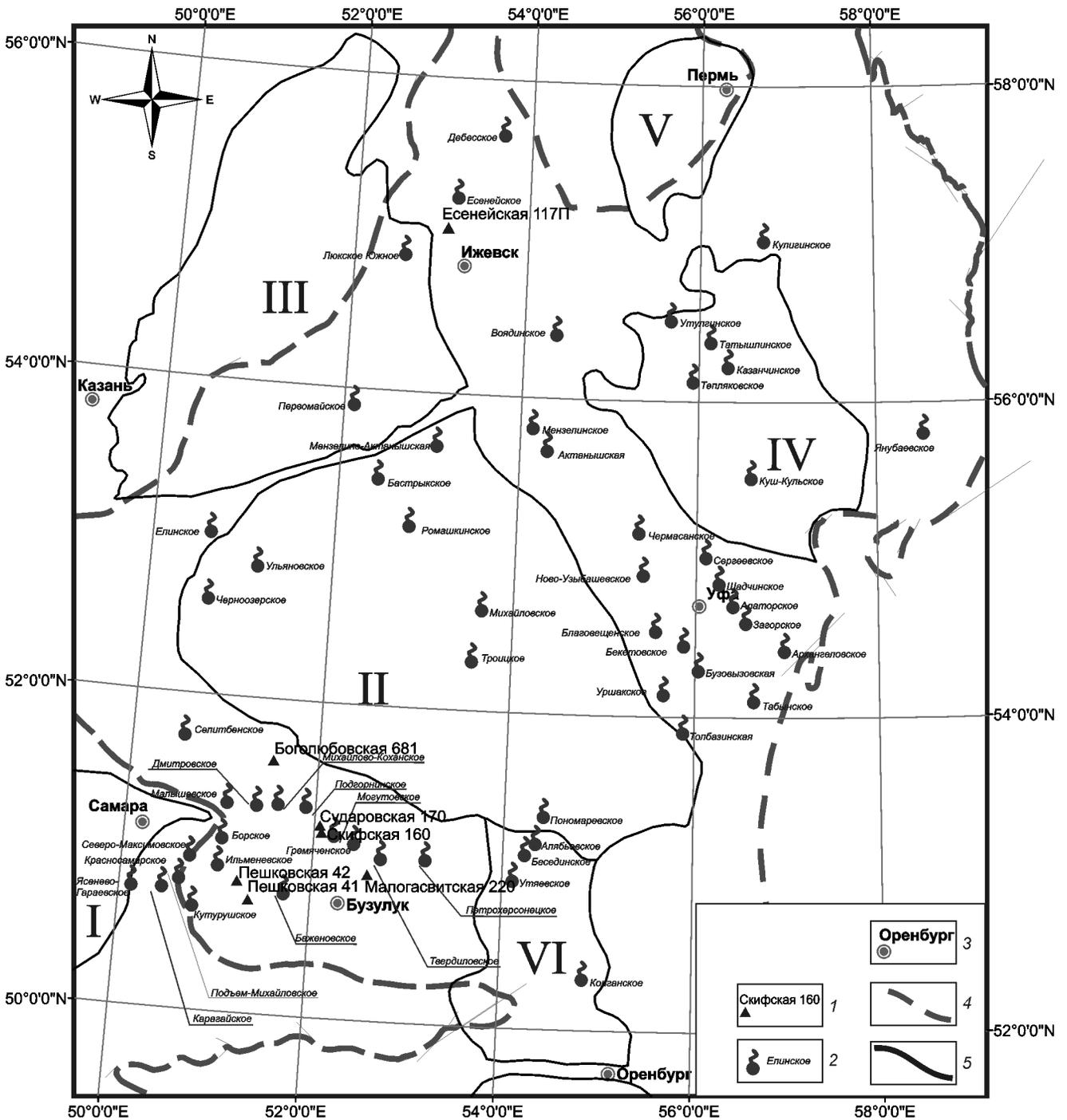


Рис. 1. Карта фактического материала изученных скважин в Волго-Уральском бассейне: 1 — исследованные скважины; 2 — нефтепроявления из доманиковых отложений; 3 — города; 4 — граница распространения доманиковых отложений; 5 — границы крупных тектонических элементов: I — Жигулевский свод, II — Южно-Татарский свод, III — Северо-Татарский свод, IV — Башкирский свод, V — Пермский свод, VI — Восточно-Оренбургское валообразное поднятие

лизировать строение, состав, возраст и свойства высокоуглеродистой доманиковой формации и сделать выводы о потенциале ее нефтегазоносности.

Основная цель биостратиграфических исследований состояла в том, чтобы с помощью палеонтологических данных определить возраст доманиковых отложений. Для этого были необходимы лабораторные работы по растворению пород. Полученный нерастворимый осадок изучался на предмет нахождения в нем ископаемых организ-

мов, в том числе конодонтов. Конодонты — одна из руководящих групп вымерших организмов, с помощью которых проводятся детальные стратиграфические исследования по расчленению и корреляции разнофациальных отложений. Для лабораторных работ по определению возраста пород нам передано 110 образцов. Все 110 образцов были поставлены на растворение в 10%-ный раствор уксусной кислоты. Общий вес образцов составил более 25 кг. Растворено 86 образцов. Остальные 24 образца не поддались дезинтеграции, так как

представляли собой плотно сцементированные кремнисто-карбонатные породы. Конодонты обнаружены в 24 образцах, в основном в известняках. Коллекция конодонтов насчитывает более 100 экземпляров. Конодонты сфотографированы на сканирующем электронном микроскопе «Tes-Scan» в Палеонтологическом институте имени А.А. Борисяка РАН. Материал хранится на кафедре палеонтологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (коллекция № 353). Помимо конодонтов в образцах встречены остатки раковин аммонитов, брахиопод, гастропод, остракод, а также криноидеи, радиолярии, тентакулиты, хелиолиты, сколекодонты и проблематичные остатки, определить которые не удалось.

Литологический метод, который позволяет определить минеральный и химический состав пород, текстурные и структурные особенности, охарактеризовать интенсивность и последовательность проявления вторичных процессов, провести бассейновый анализ осадконакопления, выделить разнофациальные типы отложений, включает следующие виды исследований: описание колонок керн и анализ текстур, съемку полноразмерного керн при дневном и ультрафиолетовом свете, изучение пород в шлифах под поляризационным микроскопом, количественный рентгенофазовый анализ минерального состава, рентгенофлуоресцентный метод определения элементного состава, измерение изотопного состава углерода и кислорода карбонатных пород. Методика исследований заключалась в детальном описании и выделении типов разреза, изучении вещественного (микроэлементного, минерального и литологического) состава отложений, их текстурно-структурных особенностей, а также вещественного состава органического вещества (ОВ) пород. Эти исследования необходимы в первую очередь для восстановления условий формирования изучаемых отложений и выяснения закономерных парагенетических связей литогенетических типов пород, слагающих фациальные ассоциации высокоуглеродистых доманиковых отложений.

Краткое геологическое строение Волго-Уральского бассейна в области распространения высокоуглеродистой доманиковой формации. Волго-Уральский нефтегазоносный бассейн сформировался на окраине Восточно-Европейской платформы в зоне ее сочленения с Уральской складчатой областью. Бассейн ограничен Уральской складчатой системой с востока, Прикаспийской впадиной с юга, Тиманским кряжем с севера и системой антиклинальных поднятий Восточно-Европейской платформы с запада. Антиклинальные сводовые поднятия, ограничивающие внешний борт Волго-Уральского краевого прогиба с запада, разделены седловинами и протягиваются единой полосой с севера на юг, включая Сыктывкарский, Котельнический, Токмовский,

Жигулевский и Пугачевский своды. Внутренний борт Волго-Уральского краевого прогиба состоит из системы линейно вытянутых с севера на юг впадин, таких, как Соликамская, Южно-Сылвенская, Бельская, Мраковская депрессии. Депрессии разделены седловинами, сформировавшимися на месте наложения внутреннего краевого прогиба на положительные структуры фундамента.

В фундаменте Волго-Уральского бассейна выделяются крупные кристаллические массивы, разделенные авлакогенами. Авлакогены протягиваются на большие расстояния и представляют собой линейно вытянутые на многие сотни километров прогибы шириной до 100–200 км. Авлакогены сформировались по крупным глубинным разломам, которые разделили некогда единый кристаллический массив на отдельные сводовые поднятия, такие, как Татарский, Токмовский, Башкирский, Жигулевский, Пугачевский, Камский, Сыктывкарский и Пермский своды, Соль-Илецкий выступ. Сводовые поднятия раздроблены многочисленными разрывными нарушениями, формирующими отдельные неглубокие грабены, часто субпараллельные линейным зонам авлакогенов. Грабены уступают авлакогенам и в протяженности, и в мощности осадочного чехла и развиты лишь в пределах отдельных сводовых поднятий. Большую часть геологической истории сводовые поднятия оставались относительно приподнятыми, и осадконакопление на них происходило во время максимального затопления региона морским бассейном. Мощность осадочного чехла на сводах сокращена до 0,8–1,5 км, в то время как в пределах авлакогенов накапливались отложения, мощность которых достигает 7–10, иногда 14 км. Осадконакопление в пределах авлакогенов происходило на протяжении практически всей фанерозойской истории развития региона от рифея до мезозоя.

Стратиграфия доманиковой формации Волго-Уральского бассейна. Осадочный чехол Волго-Уральской антеклизы начинается с рифейских и нижнепалеозойских (среднедевонских) отложений, которые развиты только в авлакогенах. Повсеместно выделяются отложения позднедевонского возраста и моложе, которые залегают на выступах кристаллического фундамента и на подстилающих среднедевонских и рифейских толщах авлакогенов и в мелких грабенах.

Волго-Уральский нефтегазоносный бассейн представляет собой область максимального развития верхнепротерозойских отложений, мощность которых достигает в наиболее погруженных частях 10–12 км. Суммарная мощность залегающих выше палеозойских толщ, как правило, не превышает 3–4 км.

Палеозойские отложения. Палеозойский комплекс отложений подразделяется на терригенный эйфельско-нижнефранский, терригенно-карбонатный средне-верхнефранский–турнейский,

нижневизейский терригенный, средневизейско-нижнепермский карбонатный и верхнепермский терригенный подкомплексы.

Основное внимание уделено нами терригенно-карбонатному среднефранско-турнейскому комплексу как источнику сланцевой нефти. В его состав входят отложения от среднефранского подъяруса верхнего девона до низов нижнего визе нижнего карбона ($D_3fr^2-C_1t$), подробнее описана верхнедевонская часть разреза.

Саргаевский горизонт (D_3fr^2sr) на большей части территории Волго-Уральского бассейна представлен серыми и темно-серыми известняками, часто битуминозными, с прослоями мергелей, в западной части региона увеличивается количество аргиллитов и снижается битуминозность пород [Тектоническое..., 2006]. Выделяются три литологических типа разрезов: карбонатный, глинисто-карбонатный и карбонатно-глинистый. Карбонатный развит на склонах поднятий, сложен известняками серыми и светло-серыми, брекчиевидными, неравномерно-глинистыми и битуминозными. Встречаются прослойки доломитизированных известняков и темноцветных неравномерно битуминизированных мергелей, отмечены следы размыва и перерыва на границе саргаевского и позднегиманского времени. Глинисто-карбонатный тип разреза развит преимущественно на сводах, он характеризуется увеличением доли глинистых известняков, мергелей, аргиллитов и сланцев. Карбонатно-глинистый разрез распространен преимущественно в авлакогенах. Породы представлены переслаиванием зеленовато-серых, сильноглинистых известняков, буровато-серых мергелей и известковистых аргиллитов. Мощность отложений в среднем изменяется от 10 до 50 м. Текстуры этих пород свидетельствуют о динамичности среды седиментации. Очевидно, это было морское мелководье (возможно, с меньшими глубинами, чем в позднегиманское время), но достаточно удаленное от побережья.

Семилукский (доманиковский) горизонт (D_3fr^2sm) представлен несколькими типами разрезов. Наиболее типичные из них представлены темно-серыми до черных кремнисто-глинисто-карбонатными сильнобитуминозными отложениями (известняки, мергели, сланцы), количественное соотношение породообразующих компонентов в которых неодинаково. Кроме того, выделяются преимущественно известняковые отложения, которые развиты на склонах поднятий. Они представлены известняками от серого до черного цвета, глинистыми, местами окремнелыми, с прослоями мергелей и сланцев. В западном и северо-западном направлении от Уральской складчатой зоны увеличивается число прослоев мергелей и аргиллитов. Мощность разреза изменяется от 18 до 60 м (преобладает 30 м).

В Казанско-Кажимском авлакогене семилукский горизонт сложен карбонатно-глинистой, ци-

клически построенной толщей, мощность которой сокращается к бортам прогиба. Так, в осевой части прогиба мощность горизонта достигает 115 м, на западном борту прогиба 21–37 м, на восточном — 74–82 м. На территории Удмуртии, включающей южную часть Верхнекамской впадины и Северо-Татарский свод, семилукский горизонт представлен известняками битуминозными с прослоями сланцев глинисто-кремнистых, битуминозных. Мощность горизонта 9–25 м. Обогащение разреза глинистым материалом обусловлено его привносом с востока, со стороны суши, существовавшей в районе Башкирского свода.

Верхнефранские отложения представлены речичским, воронежским и евланово-ливленским горизонтами. Отложения *речичского (мендымского) горизонта* (D_3fr^3rc) широко распространены на всей территории Волго-Уральского бассейна. По литологическому составу пород и их соотношению выделяются три основных типа разреза: 1) кремнисто-глинисто-карбонатный, неравномерно-битуминозный; 2) глинисто-карбонатный, местами биогермный; 3) карбонатный, местами биогермный [Геология..., 2010]. Первый тип разреза (в нижней части серые и темно-серые глинистые известняки с прослоями темных мергелей, в верхней — породы доманиковой фации) встречается в основном в северо-восточной и центральной частях Татарстана (Мелекесская впадина, Северо-Татарский и частично Южно-Татарский своды). Глинисто-карбонатный разрез (внизу серые и желтовато-серые глинистые известняки с многочисленными прослоями зеленовато- и темно-серых известняков, иногда биогермных, с редкими прослоями битуминозных разностей, вверху переслаивание известняков (иногда биогермных), мергелей и аргиллитов) развит в Казанско-Кажимском авлакогене и на восточном склоне Токмовского свода. Карбонатный тип разреза (внизу аналогичен первому типу разреза, вверху светло-серые, участками доломитизированные биогермные известняки) характерен для северной части Северо-Татарского свода, установлены в разрезах ряда скважин на северо-восточном склоне Южно-Татарского свода и в Мелекесской впадине. Минимальная мощность отложений (от 10 м) отмечена в осевых зонах впадины, увеличиваясь на остальных участках до 203 м [Тектоническое..., 2006].

Верхнефранские горизонты сложены серыми и темно-серыми зернистыми и органогенными известняками мощностью 34–190 м и терригенными породами мощностью 150 м услонской свиты в Казанско-Кажимском авлакогене (*воронежский горизонт*, D_3fr^3vr). Состав отложений *евлановско-ливленского горизонта* (D_3fr^3ev-lv) отвечает трем типам разрезов, выделенных по структурному признаку: сводовому (карбонатные), бортовому (карбонатно-терригенные) и депрессионному

(кремнисто-глинисто-карбонатные). Мощность отложений 12–222 м. Повышенная мощность верхнефранских, а также фаменских пород в пределах юго-востока Татарстана связана с их рифогенной природой [Геология..., 2010].

Породы *фаменского яруса* (D_3fm) верхнего девона, *задонский*, *елецкий*, *данковский*, *лебединский* горизонты нижнего ($D_3fm\ zd-el-dn-lb$) и *плавский–оптуховский* горизонты среднего фамена ($D_3fm\ pl-op$), а также *заволжский горизонт* верхнего фамена ($D_3fm\ zv$) сложены в основном известняками, в разной степени доломитизированными, а также доломитами. Во внутренних частях сводов ниже- и среднефаменские породы представлены серыми сульфатно-доломитово-известняковыми разностями и серыми верхнефаменскими известняками. На перифериях сводов и в бортовых зонах Камско-Кинельской системы прогибов (ККСП) развиты карбонатные отложения с рифовыми постройками. В межрифовых и депрессионных зонах накапливались осадки доманиковой фации (кремнисто-глинисто-карбонатно-битуминозные отложения). Суммарная мощность фаменских отложений изменяется от ~100 м в депрессионных участках ККСП до 900 м в склоново-сводовых областях [Тектоническое..., 2006].

Биостратиграфические исследования доманиковой формации. Объем франского яруса принят авторами в соответствии с решениями Международной подкомиссии по девонской системе (SDS). Границы ярусов установлены по конодонтовой зональности [Ziegler, 1962; Ziegler, Sandberg, 1990].

В основе расчленения доманиковых отложений Волго-Уральского бассейна лежит Унифицированная схема Русской плиты [Решение..., 1990] с рядом изменений, принятых авторами и касающихся корреляции разнофациальных отложений [Ovnatanova, Kononova, 2008].

Для биостратиграфического анализа доманиковых отложений Волго-Уральского бассейна отобраны образцы пород из скважин Пешковская-41, Пешковская-42, Еснейская-117, Скифская-160, Сударовская-170, Малогасвитская-220 и Боголюбовская-681. Изучены конодонты и другие палеонтологические остатки. Ниже приводится биостратиграфический анализ комплексов конодонтов, на основании которого сделано заключение о возрасте вмещающих пород.

В *Бузулукской впадине* комплексы конодонтов изучены по образцам из скважин Пешковская-41 и -42, Скифская-160, Сударовская-170 и Малогасвицкая-220.

Скважина Пешковская-41. В образце 19 (интервал 3864–3873 м, глубина 3865,72 м) определены конодонты *Mesotaxis falsiovalis* Sand., Zieg. et Bul., 1989; *M. bogoslovskyi* Ovn. et Kuz., 1991 и *Ancyrodella alata* Gl. et Klap., 1966. Комплекс конодонтов включает виды родов *Mesotaxis* и *Ancyrodella*, широко распространенных во франских отло-

жениях. Присутствие зональных видов *Mesotaxis falsiovalis*, *Mesotaxis bogoslovskyi* и *Ancyrodella alata* указывает на позднефранский возраст отложений (стандартная конодонтовая зона *transitans*). Этот уровень можно сопоставить с верхней частью саргаевского горизонта в Волго-Уральской области или с одноименным горизонтом на Южном Тимане [Ovnatanova, Kononova, 2008]. В образце 65 (интервал 3855–3864 м, глубина 3859,65 м) встречены конодонты *Mesotaxis johnsoni* Klap., Kuz. et Ovn., 1996; *Polygnathus timanicus* Ovn., 1969 и *Po. breviamiformis* Ovn., 1976. Конодонты в этом образце представлены видами родов *Mesotaxis* и *Polygnathus*, также широко распространенных в франских отложениях. На франский возраст указывает присутствие *Mesotaxis johnsoni*, *Polygnathus timanicus* и *Polygnathus breviamiformis*. В результате анализа конодонтов установлен позднедевонский возраст вмещающих отложений — франский ярус, зоны *punctata*–*Early hassi*, нижняя часть доманикового горизонта. Преобладание в образцах видов конодонтовых родов *Mesotaxis*, *Ancyrodella* и *Polygnathus* свидетельствует о том, что карбонатные отложения образовались в относительно глубоководной обстановке. Нахождение в породе остатков лингулид, ортоцератид, ракообразных, тентакулит и конодонтов служит также подтверждением глубоководности формирования осадков.

Скважина Пешковская-42. Конодонты обнаружены в образце 18 (интервал 3609,7–3627 м, глубина 3621,93 м) и представлены *Palmatolepis tenuipunctata* San., 1955; *Pa. subperlobata* Br. et M., 1934 и *Polygnathus* sp. Комплекс конодонтов включает виды рода *Palmatolepis*, который был широко распространен во франских и фаменских отложениях. Важны для определения возраста виды *Palmatolepis subperlobata* и *Pa. tenuipunctata*. Первый вид встречается во многих регионах мира в фаменских отложениях и распространен в конодонтовых зонах *triangularis*–*crepida*. Присутствие вида *Palmatolepis tenuipunctata* указывает на позднедевонский возраст отложений — фаменский ярус, нижняя часть, стандартные конодонтовые зоны *Late triangularis*–*crepida*. Этот уровень можно сопоставить с верхней частью волгоградского и нижней частью задонского горизонтов. Присутствие в образце видов рода *Palmatolepis* указывает на то, что образование карбонатных отложений происходило в относительно глубоководной обстановке. Нахождение в породе большого количества остатков ортоцератид и радиолярий служит также подтверждением глубоководности формирования осадков.

Скважина Скифская-160. Конодонты найдены в образце 57 (интервал 3066,24–3078,37 м, глубина 3071,84 м) и в образце 65 (интервал 3066,24–3078,37 м, глубина 3068,72 м). Встречен следующий комплекс конодонтов: *Palmatolepis subperlobata* Br. et M., 1934; *Pa. quadrantinosalobata praeterita* Schül., 1995; *Pa. cf. triangularis* Zieg., 1962 и

Pa. tenuipunctata San., 1955. На фаменский возраст указывает присутствие зонального вида *Palmatolepis triangularis*, зона *triangularis*. Важные для определения возраста конодонты представлены видами *Palmatolepis subperlobata*, *Pa. quadrantinodosalobata praeterita* и *Pa. tenuipunctata*, которые распространены в интервале зон *triangularis—crepida*. Анализ конодонтов указывает на позднедевонский возраст вмещающих отложений — фаменский ярус, зоны *triangularis—crepida*, волгоградский—законский горизонты. Присутствие в образце представителей рода *Palmatolepis* указывает на то, что образование отложений происходило в относительно глубоководной обстановке.

Скважина Сударовская-170. Образцы 10, 12, 13, 15 и 17 содержат большой комплекс конодонтов. Образец 10 (интервал 3048,49—3056,61 м, глубина 3053,93 м): *Palmatolepis gyrata* Kuz. et Meln., 1991; *Pa. hassi* Müll. et Müll., 1957 и *Polygnathus breviformis* Ovn., 1976. Образец 12 (интервал тот же, глубина 3053,39 м): *Palmatolepis mucronata* Klap., Kuzm. et Ovn., 1996; *Pa. muelleri* Klap. et Fost., 1993; *Pa. ormistoni* Klap., Kuzm. et Ovn., 1996; *Pa. nicolli* Klapper, 2007; *Pa. kozhmensis* Sav. et Yud., 2001 и *Pa. gyrata* Kuz. et Meln., 1991. Образец 13 (интервал тот же, глубина 3053,26 м): *Palmatolepis nasuta* Müll., 1956; *Pa. eureka* Ziegl. et Sand., 1990; *Pa. gyrata* Kuz. et Meln., 1991; *Polygnathus breviformis* Ovn., 1976; *Ancyrodella nodosa* Ul. et Bas., 1926 и *A. ioides* Ziegl., 1962. Образец 15 (интервал тот же, глубина 3052,86 м): *Palmatolepis nasuta* Müll., 1956; *Pa. aff. jamieae* Ziegl. et Sand., 1990; *Pa. foliacea* Young., 1945 и *Polygnathus breviformis* Ovn., 1976. Образец 17 (интервал тот же, глубина 3052,22 м): *Palmatolepis ljaschenkoae* Ovn., 1976 и *Ancyrodella nodosa* Ul. et Bas., 1926. На позднефранский возраст отложений указывает нахождение в комплексе видов *Palmatolepis jamieae*, *Pa. eureka*, *Pa. nicolli*, *Pa. kozhmensis* и *Pa. foliacea*. Все эти виды распространены в верхнефранских отложениях во многих регионах мира, в том числе в Волго-Уральской провинции. Этому возрасту не противоречат находки видов *Palmatolepis mucronata*, *Pa. ljaschenkoae*, *Pa. muelleri* и *Pa. ormistoni*, которые также широко встречаются в верхнефранских отложениях. Вид *Ancyrodella ioides* тоже распространен в верхнефранских осадочных образованиях, зоны *Late rhenana—linguiformis*. Анализ конодонтов в изученных образцах указывает на позднедевонский возраст вмещающих отложений, франский ярус, зоны *Late rhenana—linguiformis*, аскынский горизонт в Волго-Уральской провинции или евлановский—ливенский горизонты Русской плиты.

В образце 33 (интервал 3003,72—3021,72 м, глубина 3005,64 м) и образце 85 (интервал тот же, глубина 3000,72 м) определены конодонты: *Palmatolepis tenuipunctata* San., 1955; *Pa. subperlobata* Br. et M., 1934 и *Pa. subperlobata helmsi* Ovn., 1976. На фаменский возраст указывает присутствие видов

Palmatolepis subperlobata и *Pa. tenuipunctata*. Вид *Palmatolepis subperlobata* встречается во многих регионах мира в фаменских отложениях, конодонтовые зоны *triangularis—crepida*. Вид *Palmatolepis tenuipunctata* характерен для интервала зон *Late triangularis—crepida*. Вид *Palmatolepis subperlobata helmsi* четко датирует возраст вмещающих отложений как ранний фамен, зона *crepida*. Таким образом, возраст отложений, к которым относятся образцы 33 и 85, можно считать раннефаменским, зоны *triangularis—crepida*. Этот комплекс конодонтов соответствует волгоградскому—законскому горизонтам. Нахождение в рассматриваемых образцах видов рода *Palmatolepis* указывает на то, что образование отложений происходило в относительно глубоководной обстановке. Присутствие в породе большого количества радиоларий служит также подтверждением глубоководности формирования осадков.

Скважина Малогасвитская-220. Конодонты обнаружены в образце 66 (интервал 3231—3238 м, глубина 3232,42 м): *Palmatolepis subrecta* Mill. et Young., 1947; *Pa. nicolli* Klap., 2007; *Pa. uyenoii* Klap., 2007; *Ancyrodella nodosa* Ul. et Bas., 1926; *Polygnathus lodinensis* Pölsl., 1959; *Po. foleatus* Bryant, 1921; *Po. krestovnikovii* Ovn., 1969; *Po. decorosus* Stauff., 1938; *Po. aff. torosus* Ovn. et Kon., 1996 и *Icriodus interjectus* Kuz. et Ovn., 1993, а также в образце 68 (интервал тот же, глубина 3231,98 м): *Palmatolepis semichatovae* Ovn., 1976; *Pa. subrecta* Mill. et Young., 1947; *Pa. nicolli* Klap., 2007; *Pa. uyenoii* Klap., 2007; *Pa. muelleri* Klap. et Fost., 1993; *Pa. aff. nasuta* Müll., 1956; *Pa. amplificata* Klap., Kuzm. et Ovn., 1996; *Pa. mucronata* Klap., Kuzm. et Ovn., 1996; *Pa. hassi* Müll. et Müll., 1957; *Pa. ljaschenkoae* Ovn., 1976; *Pa. kireevae* Ovn., 1976; *Pa. lyaiolensis* Khrust. et Kuzm., 1996; *Ancyrodella curvata* Br. et M., 1934 и *Ancyrognathus* sp.

На позднефранский возраст отложений указывает нахождение в комплексе видов *Palmatolepis subrecta*, *Pa. uyenoii*, *Pa. ljaschenkoae*, *Pa. lyaiolensis* и *Pa. nicolli*. Все эти виды распространены в верхнефранских отложениях во многих регионах мира, в том числе в Волго-Уральской провинции. Этому возрасту не противоречат находки видов *Palmatolepis mucronata*, *Pa. muelleri* и *Pa. kireevae*, которые также широко встречаются в верхнефранских отложениях. В комплексе присутствует региональный зональный вид *Palmatolepis semichatovae*, который широко распространен в Германии, Франции и Северной Америке и в России, зона *Early rhenana*. Вид *Ancyrodella curvata* характеризует средне- и верхнефранские отложения, зоны *Late hassi—linguiformis*. Вид *Ancyrodella nodosa* имеет распространение во фране в Северной Америке, Австралии, Южном Китае, Германии, Франции, Польше, России, зоны *hassi—linguiformis*. В комплексе обнаружен вид *Icriodus interjectus*, описанный А.Н. Кузьминым и Н.С. Овнатановой из верхнефранских отложений Южного Тимана (лыайольская свита). Анализ конодонтов рассматриваемых образцов

указывает на то, что возраст доманиковых отложений в Бузулукской впадине позднедевонский, франкий ярус, зона Early *rhenana*, а также мендымский горизонт Волго-Уральской провинции или ветласянский и сирачойский горизонты на Русской плите.

Комплекс конодонтов из доманиковых отложений в Верхнекамской впадине изучен в скважине Есене́йская-117.

Скважина Есене́йская-117. В интервале 2076,5–2091,5 м, на глубине 2090,14 м (образец 5) определены конодонты: *Palmatolepis hassi* Müll. et Müll., 1957. В том же интервале в образце 6А (глубина 2090,02 м) обнаружены конодонты *Mesotaxis johnsoni* Klap., Kuzm. et Ovn., 1996; *Polygnathus timanicus* Ovn., 1969 и *Po. strictus* Ovn. et Kuzm., 1991. Вид *Palmatolepis hassi* указывает на франкий возраст отложений, зоны *hassi–linguiformis*. Наиболее важны для определения возраста виды *Mesotaxis johnsoni* и *Polygnathus timanicus*, которые встречаются в зоне *punctata* и характеризуют доманиковый горизонт. Таким образом, анализ конодонтов в образцах 5 и 6А определяет возраст вмещающих отложений как позднедевонский, франкий ярус, зоны *punctata–Early hassi*, нижняя часть доманикового горизонта.

В образце 51 (интервал тот же, глубина 2082,37 м) определены конодонты *Palmatolepis punctata* (Hinde, 1879); *Pa. ljaschenkoae* Ovn., 1976 и *Polygnathus timanicus* Ovn., 1969. На франкий возраст указывает присутствие *Palmatolepis punctata*, *Pa. ljaschenkoae* и *Polygnathus timanicus*. Эти виды встречаются в Волго-Уральской провинции в доманиковом горизонте. Образец 56 (интервал тот же, глубина 2081,58 м) содержит следующие конодонты: *Palmatolepis hassi* Müll. et Müll., 1957; *Polygnathus brevilamiformis* Ovn., 1976 и *Icriodus* sp. На франкий возраст указывает присутствие *Palmatolepis hassi* и *Polygnathus brevilamiformis*. Вид *Palmatolepis hassi* известен в интервале зон *hassi–linguiformis*. Вид *Polygnathus brevilamiformis* широко распространен на Южном Тимане в доманиковом горизонте и лыайольской свите. Анализ конодонтов в образце 56 указывает на позднедевонский возраст вмещающих отложений, франкий ярус, зоны Early *hassi–jameae*, доманиковый горизонт.

Комплекс конодонтов в образце 78 (интервал тот же, глубина 2078 м) включает конодонты *Palmatolepis punctata* (Hinde, 1879); *Pa. provera* Ziegl., 1958; *Pa. hassi* Müll. et Müll., 1957 и *Polygnathus decorosus* Stauf., 1938. Вид *Palmatolepis punctata* распространен во фране на Южном Тимане (доманиковая и лыайольская свиты), в Волго-Уральской области и Тимано-Печорской провинции (доманиковый и мендымский горизонты). Вид *Polygnathus decorosus* встречается во франских отложениях Германии, зоны *punctata–Late rhenana*, а также в России на Южном Тимане (доманиковый горизонт), Северном Урале (кедровская свита) и в Волго-Уральской

провинции (доманиковый и мендымский горизонты). Анализ конодонтов в образце 78 дает основание датировать вмещающие отложения как позднедевонские, франкий ярус, зоны *punctata–Late rhenana*, доманиковый–мендымский горизонты. Присутствие во всех образцах видов родов *Mesotaxis*, *Palmatolepis* и *Polygnathus* свидетельствует об образовании карбонатных отложений в относительно глубоководной обстановке.

Комплекс конодонтов из доманиковых отложений восточного склона Оренбургского поднятия изучен в скважине Боголюбовская-681.

Скважина Боголюбовская-681. В образце 2 (интервал 3357–3366 м, глубина 3265,09 м) определены конодонты *Mesotaxis johnsoni* Klap., Kuzm. et Ovn., 1996; *Palmatolepis orbicularis* Ovn. et Kuzm., 1991; *Polygnathus politus* Ovn., 1969; *Polygnathus* sp.; *Ancyrodella* sp. и *Icriodus* sp. Присутствие видов *Mesotaxis johnsoni* и *Palmatolepis orbicularis* указывает на франкий ярус. Вид *Mesotaxis johnsoni* встречается на Южном Тимане и в Волго-Уральской провинции в низах доманикового горизонта (зона *punctata*). Вид *Palmatolepis orbicularis* имеет распространение на Южном Тимане и отвечает франскому ярусу, доманиковой, ветласянской, а также лыайольской свитам. Представителей родов *Ancyrodella* и *Icriodus* до вида определить не удалось, хотя точно известно, что род *Ancyrodella* существовал только во фране. Анализ конодонтов указывает на позднедевонский возраст вмещающих отложений, франкий ярус, зоны Late *hassi–Early rhenana*, средняя и верхняя части доманикового горизонта. Присутствие в образце представителей родов *Mesotaxis*, *Ancyrodella* и *Palmatolepis* свидетельствует о том, что карбонатные отложения образовались в относительно глубоководной обстановке. В то же время нахождение в образце представителей родов *Polygnathus* и *Icriodus* может свидетельствовать о том, что снос осадков происходил с шельфа, так как эти роды относятся к мелководным биофациям.

Стратиграфически важные конодонты, встреченные в изученных скважинах, приведены на рис. 2, расположение образцов с конодонтами представлено на рис. 3.

Наиболее важные для определения возраста отложений конодонты показаны на фототаблице 1.

Типы разреза высокоуглеродистой доманиковой формации. В строении высокоуглеродистой доманиковой формации на изучаемой территории можно выделить несколько типов разреза, обусловленных сменой литологического состава пород и их текстурно-структурными особенностями. По керну изученных скважин описаны следующие типы разрезов: отложения шельфа карбонатной платформы, биогенные постройки внешней зоны шельфа карбонатной платформы, отложения склонов депрессионной впадины и отложения депрессионной впадины.

Ярус	Подъярус	Стандартная конодонтовая зональность [Ziegler, Sandberg, 1990]	Зональная конодонтовая шкала [Ovnatanova, Kononova, 2008]	Волго-Уральская провинция	Стратиграфически важные конодонты
				горизонт	
Фаменский	нижний	<i>Pa. crepida</i>	<i>Pa. crepida</i>	задонский (нижняя часть)	<i>Palmatolepis quadrantinosolobata praeterita</i> <i>Palmatolepis subperlobata helmsi</i>
		<i>Pa. triangularis</i>	<i>Pa. triangularis</i>	волгоградский	<i>Palmatolepis triangularis</i> <i>Palmatolepis subperlobata</i> <i>Palmatolepis tenuipunctata</i>
Франский	верхний	<i>Pa. linguiformis</i>	<i>Pa. linguiformis</i>	аскынский	<i>Palmatolepis gyrata</i> <i>Palmatolepis foliacea</i> <i>Palmatolepis eureka</i> <i>Palmatolepis nicolli</i> <i>Palmatolepis kozhimensis</i> <i>Ancyrodella ioides</i> <i>Ancyrodella nodosa</i>
		<i>Pa. rhenana</i> (Late)	<i>Pa. juntianensis</i> <i>Pa. gyrata</i>		
		<i>Pa. rhenana</i> (Early)	<i>Pa. elegantula</i> <i>Pa. semichatovae</i>		
	средний	<i>Pa. jamieae</i>	<i>Pa. mucronata</i> <i>Pa. amplificata</i>	доманиковский	<i>Palmatolepis ljaschenkoae</i> <i>Palmatolepis hassi</i> <i>Palmatolepis orbicularis</i> <i>Polygnathus decorosus</i> <i>Polygnathus brevilamiformis</i> <i>Palmatolepis hassi</i> <i>Palmatolepis punctata</i> <i>Mesotaxis johnsoni</i> <i>Mesotaxis aff. costaliformis</i> <i>Polygnathus timanicus</i>
		<i>Pa. hassi</i> (Late)	<i>Ag. ancyrognathoideus</i> <i>Pa. orbicularis</i>		
		<i>Pa. hassi</i> (Early)			
		<i>Pa. punctata</i>	<i>Po. efimovae</i> <i>Pa. punctata</i>		
	нижний	<i>Pa. transitans</i>	<i>A. alata</i> <i>M. bogoslovskiy</i>	саргаевский	<i>Mesotaxis falsiovalis</i> <i>Mesotaxis bogoslovskiy</i> <i>Ancyrodella alata</i>
		<i>M. falsiovalis</i> (Late)	<i>A. rotundiloba</i> <i>A. africana</i>		
		<i>M. falsiovalis</i> (Early)	<i>Po. pennatus</i> <i>Po. ljaschenkoae</i>	тиманский	
Живетский					

Рис. 2. Стратиграфически важные конодонты в изученных скважинах

Ярус	Подъярус	Стандартная конодонтовая зональность [Ziegler, Sandberg, 1990]		Зональная конодонтовая шкала [Ovnatanova, Kononova, 2008]		Волго-Уральская провинция	Горизонт	Пешковская 41	Пешковская 42	Есеевская 117	Молога-свитская 220	Сударовская 170	Скифская 160	Боголюбовская 681		
						Задонский (нижняя часть)										
Фра́нский	нижний	<i>Pa. crepida</i>	<i>Pa. crepida</i>			Задонский (нижняя часть)			18			33 85	57 65			
		<i>Pa. triangularis</i>	<i>Pa. triangularis</i>			Волгоградский										
	верхний	<i>Pa. linguiformis</i>	<i>Pa. linguiformis</i>			Аскынский (евлановский + ливенский)							10 12 13 15 17			
		<i>Pa. rhenana</i> (Late)	<i>Pa. juntianensis</i> <i>Pa. gyrata</i>													
		<i>Pa. rhenana</i> (Early)	<i>Pa. elegantula</i> <i>Pa. semichatovae</i>				Мендымский (режичский + воронежский)						66 68			
	средний	<i>Pa. jamieae</i>	<i>Pa. mucronata</i> <i>Pa. amplificata</i>			Доманиковский										
		<i>Pa. hassi</i> (Late)	<i>Ag. ancyrognathoideus</i> <i>Pa. orbicularis</i>									5 6A				
		<i>Pa. hassi</i> (Early)							65			51 56 78				
		<i>Pa. punctata</i>	<i>Po. efimovae</i> <i>Pa. punctata</i>													2
	нижний	<i>Pa. transitans</i>	<i>A. alata</i> <i>M. bogoslovskiyi</i>			Саргаевский			19							
		<i>M. falsiovalis</i> (Late)	<i>A. rotundiloba</i> <i>A. africana</i>													
		<i>M. falsiovalis</i> (Early)	<i>Po. pennatus</i> <i>Po. ljaschenkoae</i>				Тиманский									
Живетский																

Рис. 3. Стратиграфическое положение образцов с конодонтами в изученных скважинах

Отложения шельфа карбонатной платформы.

Отложения этого типа описаны в разрезах среднего франа скважин Есене́йская-117, Малогасви́тская-220 и Пешковская-41. Так, в разрезе скважины Есене́йская-117 они выделяются в самом основании разреза (пачка 1, слои 1–4). Здесь породы представлены линзовидным чередованием серых известняков (вакстоунов) и темно-серых (мадстоунов), при этом они интенсивно биотурбированы. Вверх по разрезу появляются тонкие (0,5–1 см) прослои черных керогеново-карбонатных пород, которые часто неравномерно доломитизированы, содержат перекристаллизованные раковины двустворок. В разрезе скважины Малогасви́тская-220 отложения шельфовой зоны установлены также в нижней части разреза (пачки 2, 3, 4, 5, слои 1–5) и представлены чередованием бежевых и бежево-серых известняков (пакстоунов), а также серых и темно-серых известняков (вакстоунов). Это преимущественно известняки лито- и биокластовые. Выше разрез представлен чередованием светло-серых и серых известняков (вакстоунов) и темно-серых разностей (мадстоунов). Известняки (вакстоуны) серые и светло-серые, обладают горизонтально-линзовидной текстурой, часто нарушенной биотурбированием.

В скважине Пешковская-41 образования шельфа выделены в интервале 3844–3873 м (пачки 1, 2). Здесь разрез также представлен чередованием известняков мад- и вакстоунов. Известняки (вакстоуны) серые и темно-серые, характеризуются текстурами линзовидной и нарушенной биотурбированием. Среди известняков встречаются био- и литокластовые песчанистые разности. Известняки нередко содержат литокласты известняков, в том числе мелкокристаллических, органогенно-обломочных, а также терригенно-карбонатных и кремнистых пород.

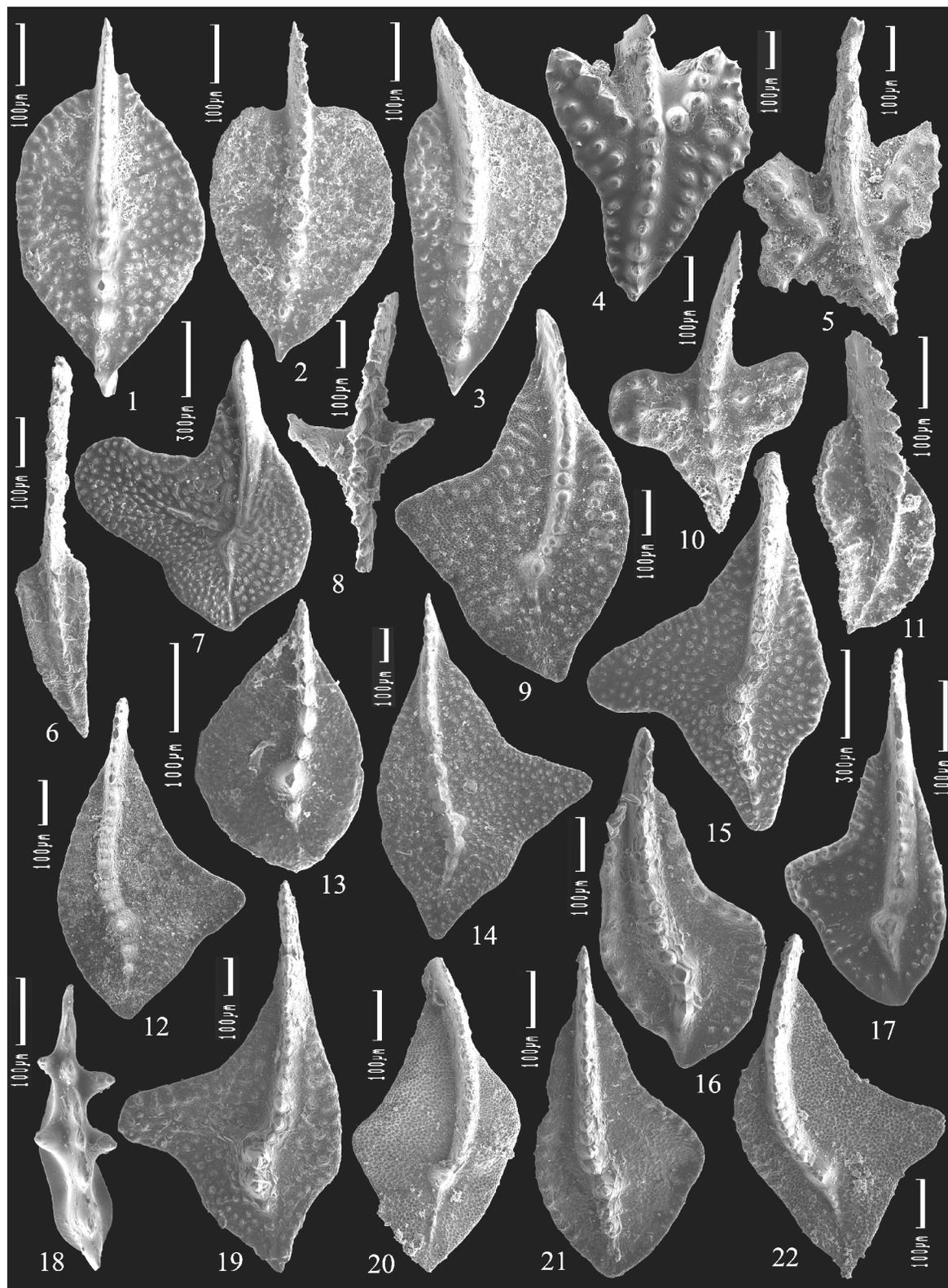
Таким образом, состав и строение разрезов зоны шельфа и внешнего шельфа тесно связаны с продолжавшейся трансгрессией и общим тектоническим прогибанием территории. Области седиментации отвечают участкам шельфа и внешней части карбонатного шельфа, а также верхней части склона небольшой крутизны с периодически возникавшими течениями. Седиментационный фон представлен преимущественно микритовыми известковыми илами с хаотично распределенными биокластами тентакулит, остракод, брахиопод, реже криноидей (мад, вак- и пакстоуны). Наблюдаемые в некоторых литотипах интракласты фиксируют периодические перемывы осадка. Отмечены периоды высокой биопродуктивности планктона, в результате чего накапливались мало-мощные прослои горизонтальнослоистых сапропелевых илов, обогащенных ОВ.

Биогенные постройки внешней зоны шельфа карбонатной платформы. Отложения биогенной постройки внешней зоны шельфа встрече-

ны в верхнефранских отложениях в скважине Сударовская-170. Эта постройка описана в интервале 3048,49–3056,01 м. Породы представлены чередованием известняков — грейнстоунов онколитовых и литокластово-онколитовых, иногда водорослевых. Встречаются известняки оолитовые и оолитово-литокластовые. Нередко грейнстоуны чередуются с водорослевыми известняками (баундстоунами). В кровле залегают доломиты замещения темно-коричневого цвета, обладающие реликтовой водорослевой структурой. Биогермная постройка вверх сменяется отложениями фоновой седиментации карбонатного шельфа, которые имеют четко выраженное трансгрессивное строение. Это цикличное чередование серых биокластовых известняков (пакстоунов) и темно-серых известняков (мад-вакстоунов). Эти литотипы иногда образуют линзовидные чередования, при этом границы линз и выклинивающихся слоев неровные. Среди биокластов преобладают биокласты криноидей, двустворок и остракод.

Таким образом, в интервале 3048,49–3056,01 м в скважине Сударовская-170 вскрыта биогермная постройка внешней части шельфа. Описанные литотипы и характеристики строения разреза показывают, что эта постройка сложена водорослевыми и онколитово-водорослевыми разностями. Верхняя часть биогермной постройки периодически выводилась на поверхность в субаэральную зону, что отразилось в широком развитии доломитов замещения в ее верхней части. Наличие перерыва в осадконакоплении фиксируется перемывом в кровле биогермной постройки.

Отложения склонов депрессионной впадины. Отложения склонов депрессионной впадины вскрыты в разрезах многих скважин, где приурочены к образованиям среднего франа. Так, в скважине Есене́йская-117 они выделены в интервале 2076,5–2091,5 м (пачка 1, слои 5–21; пачка 2, слои 1–4). Отложения представлены линзовидным, косолинзовидным чередованием черных керогеново-карбонатных пород, темно-серых известняков (мадстоунов) и серых известняков (вакстоунов). В скважине Малогасви́тская-220 отложения склона депрессионной впадины описаны в интервалах 3253–3246 м (пачка 5, слои 6–11; пачка 6, слои 1–6) и 3246–3240 м (пачка 7, слои 1–12), а также в интервале 3238–3231 м. В интервале 3253–3246 м эта часть разреза представлена чередованием обломочных и биокластовых разностей известняков (мад-вакстоунов). Известняки вак-мадстоуны часто чередуются с кремнисто-карбонатными породами. В интервале 3238–3231 м (пачка 10, слои 1–17) образования склона депрессионной впадины представлены чередованием различных известняков и мало-мощных кремнисто-карбонатных пород, которые вверх сменяются карбонатными породами внешней зоны шельфа. Встречаются также известняки замещения (кристаллические разности), содержащие реликты



Фототаблица 1. Конодонты из доманиковых отложений Волго-Уральского бассейна: 1 — *Mesotaxis falsiovalis* Sand., Ziegl. et Bult., 1989, экз. МГУ № 353/25, сверху, скважина Пешковская-41, образец 19, интервал 3864–3873 м, глубина 3865,72 м, франкий ярус, зона *transitans*, верхняя часть саргаевского горизонта; 2 — *Mesotaxis johnsoni* Klar., Kuzm. et Ovn., 1996, экз. МГУ № 353/42, сверху, скважина Пешковская-41, образец 65, интервал 3855–3864 м, глубина 3859,65 м, франкий ярус, зоны *punctata*–*Early hassi*, нижняя часть доманикового горизонта; 3 — *Mesotaxis bogoslovskiyi* Ovn. et Kuzm., 1991, экз. МГУ № 353/29, сверху, скважина Пешковская-41, образец 19, интервал 3864–3873 м, глубина 3865,72 м, франкий ярус, зона *transitans*, верхняя часть саргаевского горизонта; 4 — *Ancyrodella nodosa* Ul. et Bas., 1926, экз. МГУ № 353/68, сверху, скважина Малогасвитская-220, образец 66, интервал 3231–3238 м, глубина 3232,42 м, франкий ярус, зона *Early rhenana*, мендымский горизонт; 5 — *Ancyrodella curvata* (Br. et M., 1934), экз. МГУ № 353/11, сверху, скважина Малогасвитская-220, образец 68, интервал 3231–3238 м, глубина 3231,98 м, франкий ярус, зона *Early rhenana*, мендымский горизонт; 6 — *Polygnathus breviamiformis* Ovn., 1976, экз. МГУ № 353/79, сверху, скважина Сударовская-170, образец 13, интервал 3048,49–3056,61 м, глубина 3053,26 м, франкий ярус, зоны *Late rhenana*–*linguiformis*,

биокластов, а также микроконкреции коллофана тонко-мелкопесчаной размерности.

Таким образом, отложения склона сложены преимущественно литокластовыми, биокластово-микритовыми, обломочными типами известняков. Временами здесь проявляли активность различные течения, в том числе гравитационные. Их деятельность фиксируется по многочисленным прослоям и линзам хорошо сортированного биокластового материала (пак- и грейнстоунов), с плохо выраженной косой ориентировкой компонентов, иногда неслоистых с эрозионными контактами. Также достаточно часто встречаются карбонатные обломочные породы с варьирующим содержанием кремнисто-карбонатного заполнителя. С этой фациальной зоной часто связаны микроконкреции коллофана.

Отложения депрессионной впадины. Отложения фоновой седиментации в условиях депрессионной впадины с некомпенсированным осадконакоплением вскрыты в разрезах всех изученных скважин на разных стратиграфических уровнях. В скажинах Пешковская-41, Есене́йская-117 и Малога́свитская-220 эти отложения приурочены к среднему франу, в скважинах Сударовская-170, Скифская-160 и Пешковская-42 — к верхнему франу—фамену. Так, в скважине Есене́йская-117 образования депрессионной впадины выделены в интервале 2091,5–2076,5 м (пачка 2, слои 5–24; пачка 3, слои 1–23; пачка 4, слои 1–21). Разрез здесь представлен чередованием черных кремнисто-карбонатных, керогеново-карбонатных и керогеново-карбонатно-кремнистых пород, а также известняков разных типов. Реже встречаются биокластовые разности (пак- и грейнстоуны).

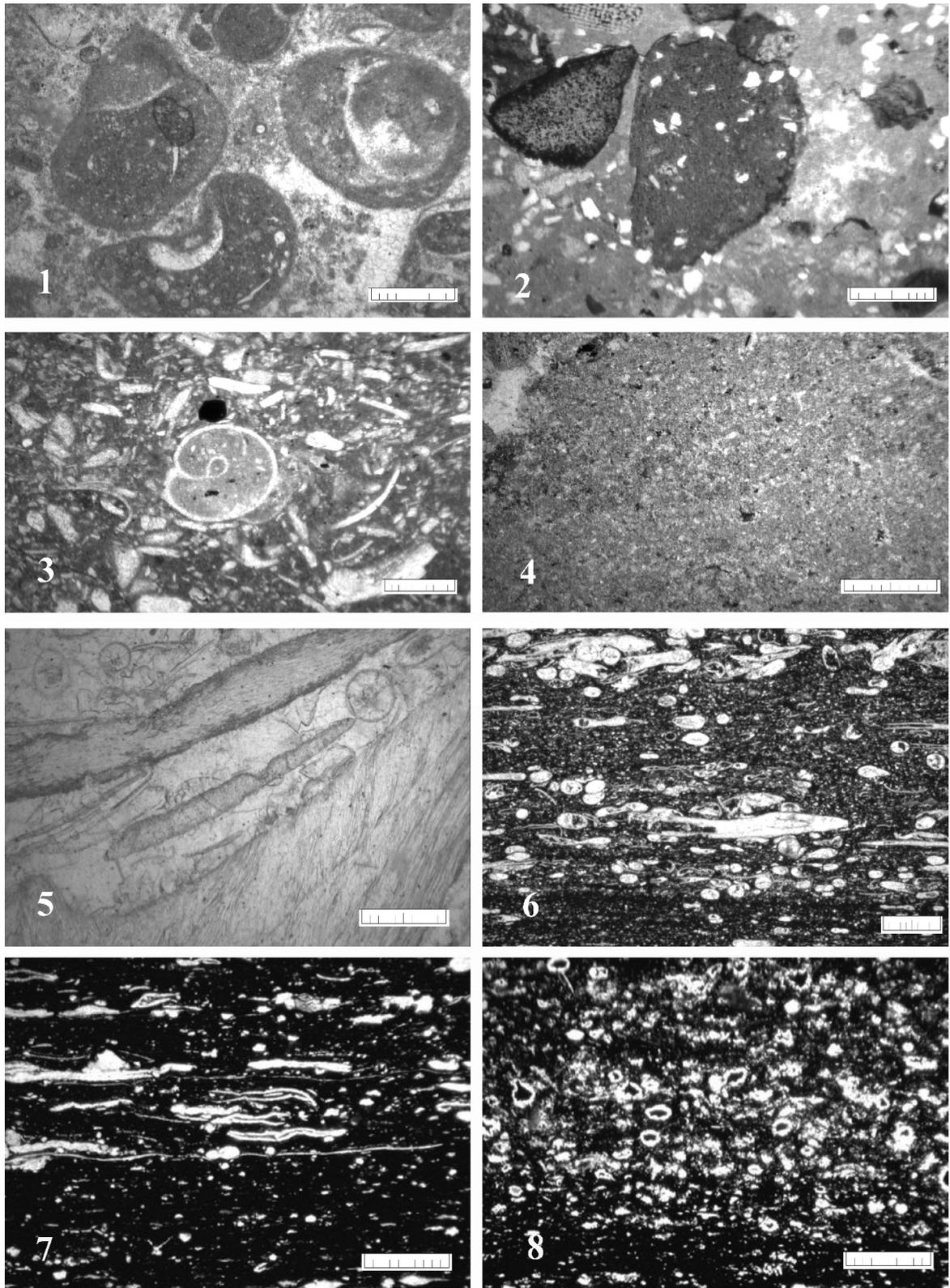
В скважине Малога́свитская-220 эти отложения выделены в интервалах 3246–3240 м (пачка 7, слои 13–19) и 3240–3238 м (пачка 8, слои 1–4; пачка 9, слои 1–11). В интервале 3246–3240 м разрез представлен полого-косолинзовидным и тонким горизонтальным чередованием темно-серых кремнисто-карбонатных и черных кремнистых пород. Выше, в интервале 3240–3238 м отмечено цикличное чередование бежево-серых известняков (пак- и вакстоунов) и черных кремнисто-карбонатных и карбонатно-кремнистых пород фоновой седиментации. Иногда отмечается чередование кремнисто-карбонатных и кремнистых пород, причем последние содержат реликты раковин радиолярий диаметром до 0,1 мм, которые часто сложены халцедоном, а иногда халцедоном и аутигенным кальцитом. Карбонатно-кремнистые породы и ритмиты черные, реже темно-серые, очень тонкослоистые. Известняки замещения обладают яснокристаллической и реликтовой биоморфной структурой, а также тонкослоистой текстурой.

В скажине Пешковская-41 образования депрессионной впадины в отложениях среднего франа вскрыты в интервале 3864–3855 м (пачки 3, 4, 5) и представлены ритмичным чередованием темно-серых тентакулитовых известняков (вакстоунов), а также темно-коричневых ритмитов карбонатно-кремнистых и кремнисто-карбонатных с повышенным содержанием керогена.

Образования депрессионной впадины также описаны в отложениях верхнего франа—фамена в скважинах Сударовская-170 и Скифская-160.

В скважине Сударовская-170 разрез сложен четырьмя пачками в интервале 3021,18–3003,72 м и представлен неравномерным чередованием серых

аскынский горизонт; 7 — *Palmatolepis semichatovae* Ovn., 1976, экз. МГУ № 353/1, сверху, скважина Малога́свитская-220, образец 68, интервал 3231–3238 м, глубина 3231,98 м, франский ярус, зона Early *rhenana*, мендымский горизонт; 8 — *Ancyrodella ioides* Ziegl., 1962, экз. МГУ № 353/80, сверху, скважина Сударовская-170, образец 13, интервал 3048,49–3056,61 м, глубина 3053,26 м, франский ярус, зоны Late *rhenana*–*linguiformis*, аскынский горизонт; 9 — *Palmatolepis hassi* Müll. et Müll., 1957, экз. МГУ № 353/30, сверху, скважина Малога́свитская-220, образец 68, интервал 3231–3238 м, глубина 3231,98 м, франский ярус, зона Early *rhenana*, мендымский горизонт; 10 — *Ancyrodella alata* Gl. et Klar., 1966, экз. МГУ № 353/31, сверху, скважина Пешковская-41, образец 9, интервал 3864–3873 м, глубина 3865,72 м, франский ярус, зона *transitans*, верхняя часть саргаевского горизонта; 11 — *Polygnathus timanicus* Ovn., 1969, экз. МГУ № 353/47, сверху, скважина Пешковская-41, образец 65, интервал 3855–3864 м, глубина 3859,65 м, франский ярус, зоны *punctata*–Early *hassi*, нижняя часть доманикового горизонта; 12 — *Palmatolepis kireevae* Ovn., 1976, экз. МГУ № 353/45, сверху, скважина Малога́свитская-220, образец 68, интервал 3231–3238 м, глубина 3231,98 м, франский ярус, зона Early *rhenana*, мендымский горизонт; 13 — *Palmatolepis orbicularis* Ovn. et Kuzm., 1991, экз. МГУ № 353/18, сверху, скважина Боголюбовская-681, образец 2, интервал 3357–3366 м, глубина 3265,09 м, франский ярус, зоны Late *hassi*–Early *rhenana*, средняя и верхняя части доманикового горизонта; 14 — *Palmatolepis mucronata* Klar., Kuzm. et Ovn., 1996, экз. МГУ № 353/25, сверху, скважина Малога́свитская-220, образец 68, интервал 3231–3238 м, глубина 3231,98 м, франский ярус, зона Early *rhenana*, мендымский горизонт; 15 — *Palmatolepis nasuta* Müll., 1956, экз. МГУ № 353/74, сверху, скважина Сударовская-170, образец 13, интервал 3048,49–3056,61 м, глубина 3053,26 м, франский ярус, зоны Late *rhenana*–*linguiformis*, аскынский горизонт; 16 — *Palmatolepis foliaceae* Young., 1945, экз. МГУ № 353/60, сверху, скважина Сударовская-170, образец 15, интервал 3048,49–3056,61 м, глубина 3052,86 м, франский ярус, зоны Late *rhenana*–*linguiformis*, аскынский горизонт; 17 — *Palmatolepis ljaschenkoae* Ovn., 1976, экз. МГУ № 353/32, сверху, скважина Малога́свитская-220, образец 68, интервал 3231–3238 м, глубина 3231,98 м, франский ярус, зона Early *rhenana*, мендымский горизонт; 18 — *Icriodus interjectus* Kuzm. et Ovn., 1993, экз. МГУ № 353/84, сверху, скважина Малога́свитская-220, образец 66, интервал 3231–3238 м, глубина 3232,42 м, франский ярус, зона Early *rhenana*, мендымский горизонт; 19 — *Palmatolepis nasuta* Müll., 1956, экз. МГУ № 353/51, сверху, скважина Сударовская-170, образец 15, интервал 3048,49–3056,61 м, глубина 3052,86 м, франский ярус, зоны Late *rhenana*–*linguiformis*, аскынский горизонт; 20 — *Palmatolepis tenuipunctata* San., 1955, экз. МГУ № 353/2, сверху, скважина Скифская-160, образец 65, интервал 3066,24–3078,37 м, глубина 3068,72 м, фаменский ярус, зоны Late *triangularis*–*crepida*, верхняя часть волгоградского и нижняя часть задонского горизонтов; 21 — *Palmatolepis* aff. *jamieae* Ziegl. et Sand., 1990, экз. МГУ № 353/61, сверху, скважина Сударовская-170, образец 15, интервал 3048,49–3056,61 м, глубина 3052,86 м, франский ярус, зоны Late *rhenana*–*linguiformis*, аскынский горизонт; 22 — *Palmatolepis subperlobata* Br. et M., 1934, экз. МГУ № 353/7, сверху, скважина Пешковская-42, образец 18, интервал 3609,7–3627 м, глубина 3621,93 м, фаменский ярус, зоны Late *triangularis*–*crepida*, верхняя часть волгоградского и нижняя часть задонского горизонтов



Фототаблица 2. Основные типы пород доманикувых отложений (размер масштабной линейки 500 µm): 1–5 — органогенно-обломочные карбонатные породы: 1 — пакстоун (скважина Малогасвитская-220, образец 3); 2 — известняк биолитокластовый (скважина Пешковская-41, образец 6); 3 — вакстоун (скважина Пешковская-41, образец 7); 4 — мадстоун в скрещенных николях (скважина Пешковская-41, образец 8); 5 — грейнстоун тентакулитово-брахиоподовый (скважина Еснейская-117, образец 16); 6–8 — смешанные породы: 6 — кремнисто-карбонатная порода с раковинами тентакулит (скважина Пешковская-41, образец 56); 7 — керогеново-карбонатная порода (скважина Еснейская-117, образец 29); 8 — карбонатно-кремнистая порода с прослоями радиоларитов (скважина Пешковская-42, образец 4)

карбонатных пород, образующих преимущественно конкреционные прослои и линзы мощностью от 1 до 10 см, кремнисто-карбонатных пород (ритмитов), а также черных керогеново-карбонатных пород с выпотами серы на плоскостях напластования.

В скважине Скифская-160 отложения депрессионной впадины описаны в интервале 3116,64–3106,54 м. Разрез построен двумя пачками, представляющими неравномерное чередование микритовых известняков (мадстоун), содержащих редкие биокласты тентакулит и остракод, и темно-серых кремнисто-карбонатных пород, насыщенных биогенным детритом биокластов тентакулит, а также темно-коричневых до черных карбонатно-кремнистых и кремнистых пород, которые издают резкий запах углеводородов (УВ). Выше, в интервалах 3078,37–3066,24 и 3066,24–3052,27 м разрез представлен пачками чередования темно-серых и черных карбонатно-кремнистых и кремнисто-карбонатных пород.

В скважине Пешковская-42 в интервале 3627,0–3609,7 м описаны кремнисто-известковые и известково-кремнистые породы депрессионной впадины с остатками радиолярий и примесью, а также прослоями вулканического вещества.

Таким образом, отложения, формировавшиеся в условиях депрессионной впадины, установлены в стратиграфических интервалах среднего, верхнего франа и фамена, а также вскрыты и охарактеризованы керном во всех изученных разрезах скважин. В это время накапливались тонкие сапропелевые, известково-кремневые и кремнисто-известковые илы со слойками тонкого детрита, с включениями костной ткани рыб, биокластами тентакулит и гониатит. Накапливались горизонтальнослоистые, смешанные глинисто-известково-кремневые, обильно насыщенные ОВ илы, становление которых активно продолжалось на диагенетической стадии. Доманиковые осадочные образования пересыщены ОВ, что могло послужить причиной полного отсутствия окислительной зоны диагенеза и развития придонных аноксических условий.

Немаловажную роль в седиментационных процессах играли периодически возникавшие волокущие течения, которые приносили с участков

склона или перераспределяли во впадине биокластовый тентакулитовый материал. Благодаря этим течениям в разрезе наблюдаются прослои и линзы отмытых от тонкого материала аренитовых известняков — грейнстоунов, состоящих из хорошо сортированных биокластов тентакулит, нередко с плохо выраженными косыми слойками, горизонтальнослоистых и неслоистых. Характерен нижний контакт вмещающих углеродистых пород и грейнстоунов — всегда резкий, эрозионный, с карманами внедрения, текстурами отрыва и захвата подстилающего фонового ила. К особенностям литологического состава отложений относится большое количество свободного кремнезема, кристаллизованного на постседиментационных стадиях в агрегаты полу- и полнокристаллического строения. Избыток кремнезема обусловлен поступлением его в осадок из Восточно-Уральского бассейна, который в этот период был областью активного вулканизма. Обогащение вод бассейна кремнеземом способствовало развитию организмов с кремневым скелетом, в частности радиолярий.

Основные типы пород, характеризующих обстановку осадконакопления, приведены на фототаблице 2.

Выводы. 1. Доманиковые отложения в изученных скважинах по конодонтам имеют среднефранский возраст, конодонтовые зоны *Palmatolepis punctata*, *Early Palmatolepis hassi*, *Late Palmatolepis hassi* и *Palmatolepis jamieae*.

2. В строении доманиковой формации выделяются 4 типа отложений: отложения шельфа карбонатной платформы, биогенные постройки внешней зоны шельфа карбонатной платформы, отложения склонов депрессионной впадины, а также отложения депрессионной впадины.

3. Доманиковые отложения представлены глинисто-кремнисто-карбонатными породами, иногда чистыми карбонатными или кремнистыми переходными разностями. Формирование отложений происходило в спокойном морском бассейне, где преобладали условия депрессионных впадин, склонов карбонатных массивов, а также условия мелководного шельфа, благоприятные для роста биогермных построек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Геология карбонатных сложнопостроенных коллекторов девона и карбона Татарстана / Под ред. Р.С. Хисамова. Казань: Фэн, 2010. 283 с.

Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами (Ленинград, 1988). Девонская система / Под ред. М.А. Ржонсницкой, В.Ф. Куликова. Л.: ВСЕГЕИ, 1990. 60 с.

Тектоническое и нефтегеологическое районирование территории Татарстана / Под ред. Р.С. Хисамова. Казань: Фэн, 2006. 328 с.

Ovnanatova N.S., Kononova L.I. Frasnian conodonts from the Eastern Russian Platform // *Paleontol. J.* 2008. Vol. 42, N 10. P. 997–1166.

Ziegler W. Taxionomie und Phylogenie oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bebeutung // *Abh. Hess. L.: Amt Bodenf.,* 1962. N 38. 166 p.

Ziegler W., Sandberg C. The Late Devonian Standard Conodont Zonation // *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg.* 1990. N 121. 115 p.

Поступила в редакцию
23.03.2015