

УДК 553.982.23+552.54

DOI 10.41748/0016-7894-2023-3-59-82

Закономерности строения и перспективы нефтегазоносности верхнедевон-турнейских карбонатных и глинисто-карбонатных комплексов прибортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов

© 2023 г. | Н.К. Фортунатова, М.А. Бушуева, А.С. Канев, Г.А. Белоусов, А.В. Баранова, Н.Ю. Холмянская

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Россия, Москва, fortunatova@vnigni.ru; bushueva@vnigni.ru; kanev@vnigni.ru; belousov@vnigni.ru; baranova@vnigni.ru; natahol@vnigni.ru

Поступила 27.04.2023 г.

Доработана 05.05.2023 г.

Принята к печати 08.05.2023 г.

Ключевые слова: *Волго-Уральская нефтегазоносная провинция; верхнедевон-турнейский нефтегазоносный комплекс; Камско-Кинельская система прогибов; Актаныш-Чишминский палеопргиб; литологические ловушки нефти; карбонатные клиноформы; типы коллекторов; седиментационные модели; сейсмогеологические критерии.*

Аннотация: В статье рассмотрены закономерности строения и перспективы нефтеносности карбонатных клиноформных комплексов верхнедевон-турнейского возраста, широко развитых в прибортовых зонах Камско-Кинельской системы прогибов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Охарактеризованы типы коллекторов и закономерности их распределения в клиноформных комплексах — литологических ловушках углеводородов. Приведены критерии их выделения по данным бурения и сейсморазведки. Использована методика разработки геолого-геофизических эталонных разрезов различных седиментационных зон палеобассейна: внешних, внутренних прибортовых и центральных зон Камско-Кинельских прогибов и склонов Южно-Татарского, Северо-Татарского, Башкирского палеосводов. Приведена литолого-фациальная характеристика верхнедевон-турнейских отложений Актаныш-Чишминского палеопргиба и склона Южно-Татарского палеосвода. Рассмотрены основные типы пород, слагающих клиноформные тела подводных конусов выноса обломочного карбонатного материала на внешних склонах палеосводов и в прибортовых зонах палеопргибов. Разработаны литолого-фациальные модели, отражающие строение разрезов различных седиментационных зон и развитие бассейна седиментации в среднем – позднем фране, фамене и турне. Приведены сейсмогеологические критерии выявления и картирования карбонатных клиноформных тел. На основе комплексной интерпретации современных сейсморазведочных данных 2D и результатов бурения выполнен прогноз литологических ловушек в фаменских и турнейских карбонатных клиноформах на склоне Южно-Татарского свода и в Благовещенской впадине.

Для цитирования: Фортунатова Н.К., Бушуева М.А., Канев А.С., Белоусов Г.А., Баранова А.В., Холмянская Н.Ю. Закономерности строения и перспективы нефтегазоносности верхнедевон-турнейских карбонатных и глинисто-карбонатных комплексов прибортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов // Геология нефти и газа. – 2023. – № 3. – С. 59–82. DOI: 10.41748/0016-7894-2023-3-59-82.

Common structural features and petroleum potential of Upper Devonian-Tournaisian carbonate and argillaceous-carbonate sequences in near-flank zones of Kamsky-Kinelsky trough system

© 2023 | N.K. Fortunatova, M.A. Bushueva, A.S. Kanev, G.A. Belousov, A.V. Baranova, N.Yu. Kholmyanskaya

All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; fortunatova@vnigni.ru; bushueva@vnigni.ru; kanev@vnigni.ru; belousov@vnigni.ru; baranova@vnigni.ru; natahol@vnigni.ru

Received 27.04.2023

Revised 05.05.2023

Accepted for publication 08.05.2023

Key words: *Volga-Urals Petroleum Province; Upper Devonian-Tournaisian play; Kamsky-Kinelsky paleotrough system; Aktanysh-Chishminsky paleotrough; oil stratigraphic trap; carbonate clinoform; reservoir type; depositional model; geoseismic criteria.*

Abstract: The authors discuss common structural features and petroleum potential of the Upper Devonian-Tournaisian carbonate clinoform sequences well represented in the near-flank zones of Kamsky-Kinelsky trough system in the Volga-Urals Petroleum Province. Characteristics of reservoir types and special features of their occurrence within clinoform sequences (hydrocarbon stratigraphic traps) are presented. The authors recite the criteria for their identification using drilling and seismic data. Methodology of reference geological and geophysical section development for different depositional zones of the paleobasin is applied; the mentioned zones are: outer, inner near-flank and central zones of Kamsky-Kinelsky paleo-

otroughs, and slopes of South Tatarsky, North Tatarsky, and Bashkirsky paleoarches. Lithofacies characterization of Upper Devonian-Tournaisian deposits of the Aktanysh-Chishminsky paleotrough and South Tatarsky paleoarch are presented. The authors discuss main rock types that compose clinoform bodies of submarine fans (clastic carbonate material) on the outer slopes of paleoarches and in the near-flank zones of paleotroughs. Lithofacies models showing the structure of main depositional zones and evolution of the sedimentation basin in the Middle – Later Frasnian, Famennian, and Tournaisian time are created. Geoseismic criteria for carbonate clinoform bodies identification and mapping are pointed out. Basing on the integrated interpretation of the recent 2D seismic and drilling data, prediction of stratigraphic traps in the Famennian and Tournaisian carbonate clinoforms on the slope of South Tatarsky arch and in the Blagoveschensky depression is conducted.

*For citation: Fortunatova N.K., Bushueva M.A., Kanev A.S., Belousov G.A., Baranova A.V., Kholmyanskaya N.Yu. Common structural features and petroleum potential of Upper Devonian-Tournaisian carbonate and argillaceous-carbonate sequences in near-flank zones of Kamsky-Kinelsky trough system. *Geologiya nefti i gaza*. 2023;(3):59–82. DOI: 10.41748/0016-7894-2023-3-59-82. In Russ.*

Введение

В настоящее время, ввиду сокращения фонда традиционных антиклинальных поисковых объектов УВ в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (НГП), возрос интерес к изучению строения и закономерностей размещения ловушек УВ литологического типа. К ним относятся отложения обломочного карбонатного материала, слагающие клиноформные тела вдоль внешних и внутренних прибортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов. Их карбонатный органогенно-обломочный состав, парагенетическая связь с нефтематеринскими углеродистыми карбонатно-кремнистыми породами доманикового типа, наличие нефтяных месторождений определяют перспективы открытия новых залежей.

Изучением строения верхнедевон-турнейских отложений прибортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов занимались многие исследователи, начиная с М.М. Грачевского [1], О.М. Мкртчяна [2, 3], О.Р. Хачатряна [4], Ф.И. Хатьянова [5], В.М. Проворова [6], Е.Д. Войтовича [7], М.Ф. Мирчинка [8] и др.

Большинство исследователей рассматривали эти карбонатные тела в качестве органогенных построек, распространенных на границе мелкого шельфа и депрессионных отложений палеопрогиба.

Наиболее подробно строение отложений прибортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов охарактеризовано в работе О.М. Мкртчяна [2], где он продемонстрировал асимметричное строение бортов прогибов, осложненных верхнефранскими, фаменскими и турнейскими клиноформными комплексами.

Позднее строение разрезов верхнедевон-турнейских отложений Усть-Черемшанского, Мухано-Ероховского, Калининского, Верхнекамского и Актаныш-Чишминского палеопрогибов было освещено в работах [9–13]. Была составлена карта размещения верхнедевон-турнейских клиноформных комплексов и синхронных им отложений (рис. 1).

Тем не менее до настоящего времени оставался ряд нерешенных вопросов, касающихся литологического состава пород и их петрофизических свойств, стратиграфического расчленения и корреляции разнофациальных отложений, характера распределения линз обломочных пород, направлений поступления обломочного карбонатного и глини-

стого материала на внешние зоны склонов палеосводов и прибортовые области палеопроегибов.

В последние годы авторами статьи было проведено комплексное повторное изучение разрезов скважин, включая литологическое, петрофизическое, геохимическое исследование керна, определение микрофауны (фораминифер и конодонтов), седиментологический анализ керна и результатов геофизических исследований скважин. В результате были охарактеризованы разрезы верхнедевон-турнейских отложений следующих палеопроегибов: Усть-Черемшанского (10 скважин), Мухано-Ероховского (18 скважин), Актаныш-Чишминского (31 скважина), Шалымского (3 скважины), Калининского (5 скважин), Можгинского (2 скважины), Сарапульского (3 скважины), а также разрезов внешних зон склонов палеосводов: Южно-Татарского (26 скважин), Камского (2 скважины), Башкирского (21 скважина), Жигулевского (16 скважин).

Работы по повторному изучению разрезов скважин сопровождалась сейсмостратиграфической интерпретацией данных региональной сейсморазведки [10, 12, 13].

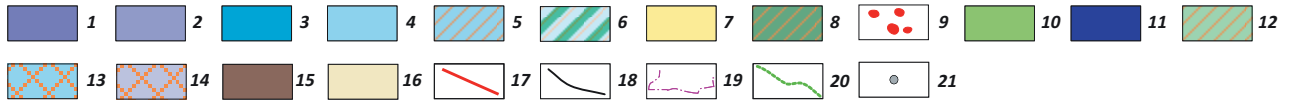
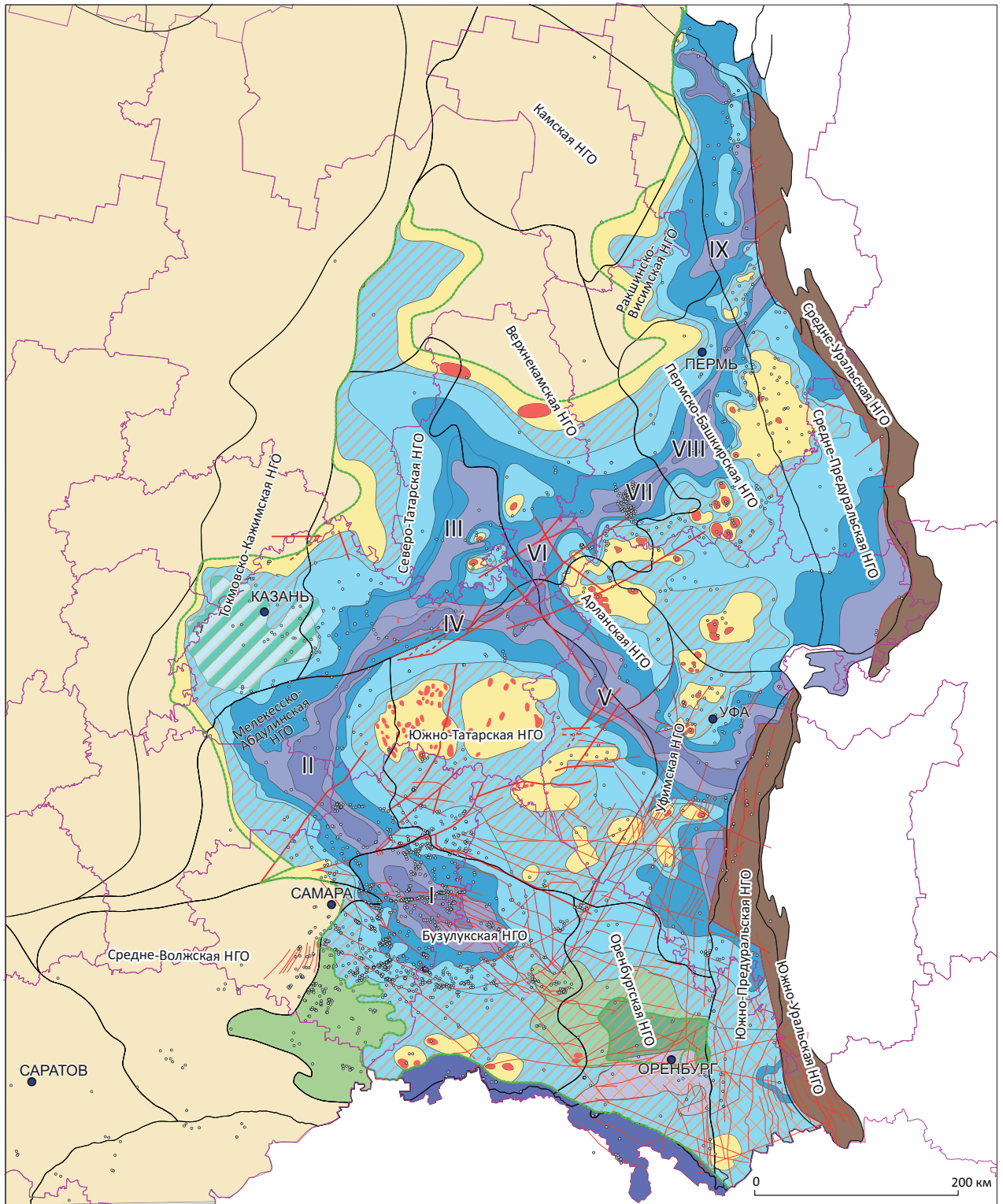
В 2019–2022 гг. в малоизученных зонах юго-восточной части склона Южно-Татарского палеосвода и на юго-востоке Актаныш-Чишминского палеопроегиба (Благовещенская впадина) проведены региональные сейсморазведочные работы, одной из задач которых было выявление закономерностей строения фамен-турнейских клиноформных комплексов. На изучаемой территории выполнено 1607 км сейсморазведочных работ и проанализировано 46 скважин (рис. 2), что позволило выработать надежные сейсмогеологические критерии выявления и картирования карбонатных клиноформных комплексов фаменского и турнейского ярусов в пределах бортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов — литологических ловушек УВ.

Общие закономерности формирования карбонатных подводных конусов выноса (карбонатных клиноформ)

Строение и состав подводных конусов выноса обломочного материала на склонах бассейнов обусловлены трансгрессивно-регрессивными этапами развития седиментационного бассейна и морфологией склонов [14]. В бассейнах карбонатной седиментации с трансгрессивными этапами обычно

Рис. 1. Карта строения верхнедевон-турнейского комплекса в границах распространения отложений доманикового типа Волго-Уральской НГП (со снятой послетурнейской частью осадочного чехла) ([10], с изменениями)

Fig. 1. Map of the structure of Upper Devonian-Tournaisian series within the Domanik-type formation occurrence in the Volga-Urals Petroleum Province (the post-Tournaisian part of sedimentary cover is removed) ([10], modified)



Усл. обозначения к рис. 1

Legend for Fig. 1

Седиментационные зоны (1–16): 1 — центральная часть палеопроггиба, 2 — внутренняя прибортовая палеопроггиба (развития клиноформных комплексов кизеловского возраста), 3 — внешняя прибортовая палеопроггиба (развития клиноформных комплексов черепетского возраста), 4 — внешняя склона палеосвода (развития клиноформных комплексов позднефаменского возраста), 5 — внутренняя склона палеосвода (развития клиноформных комплексов среднего фамена и межрифовых проливов), 6 — внутренняя склона палеосвода с глинистой услонской свитой в верхней части воронежского горизонта, 7 — центральная часть палеосвода с рифовыми постройками в нижнем и среднем фамене, 8 — внутренняя склона палеосвода с верхнефранско-нижнефаменской колганской свитой, 9 — распространения рифовых построек, установленных по данным бурения и сейсморазведки, 10 — развития верхнефранского глинистого конуса, 11 — развития карбонатно-глинистых конусов выноса верхнего франа и фамена, 12 — внутренняя склона палеосвода с колганской терригенной свитой в верхнем фране, 13 — залегания заволжских отложений на отложениях нижнего девона, 14 — залегания заволжских отложений на отложениях ордовика, 15 — залегания верхнедевон-турнейских отложений в аллохтоне и передовых складках Урала, 16 — отсутствия отложений доманикового типа; 17 — разрывные нарушения; **границы (18–20):** 18 — НГО, 19 — административные, 20 — распространения отложений доманикового типа; 21 — скважины

Sedimentation zones (1–16): 1 — central part of paleotrough, 2 — inner near-flank part of paleotrough (development of the Kizelovsky clinoform sequences), 3 — outer near-flank part of paleotrough (development of the Cherepetsky clinoform sequences), 4 — outer part of paleoarch slope (development of the Later Famennian clinoform sequences), 5 — inner part of paleoarch slope (development of the Middle Famennian clinoform sequences and interreef straits), 6 — inner part of paleoarch slope with argillaceous Uslonsky Formation in the upper part of the Voronezhsky horizon, 7 — central part of paleoarch with reef buildups in Lower and Middle Famennian, 8 — inner part of paleoarch slope with Upper Frasnian-Lower Famennian Kolgansky Formation, 9 — reef buildups identified using drilling and seismic data, 10 — development of Upper Frasnian argillaceous fan, 11 — development of Upper Frasnian and Famennian argillaceous-carbonate fans, 12 — inner part of paleoarch slope with the terrigenous Kolgansky Formation in the Upper Frasnian, 13 — Zavolzhsky deposits rest on Lower Devonian deposits, 14 — Zavolzhsky deposits rest on the Ordovician deposits, 15 — Upper Devonian-Tournaisian deposits occur in allochthon and forefolds of the Urals, 16 — zone where the Domanik-type deposits are absent; 17 — faults; **boundaries (18–20):** 18 — Petroleum Area, 19 — administrative, 20 — occurrence of Domanik-type deposits; 21 — wells

связано формирование мелководных шельфовых карбонатов и рифовых построек, последовательно замещающихся по направлению к глубоководным частям бассейна карбонатными брекчиями рифового склона, карбонатно-глинистыми и кремнисто-карбонатными ритмично построенными толщами, содержащими линзы карбонатных брекчий с углеродистым карбонатно-кремнистым заполнителем. В регрессивную стадию происходят интенсивный размыв шельфовых мелководных отложений и транспортировка обломочного карбонатного материала вниз по склону. Перенос осуществляется грубообломочными высокоплотными (дебридными) и низкоплотными турбидитными потоками.

Грубообломочные породы, представленные большей частью массивными карбонатными брекчиями, переносятся по склону, формируя транспортные русла, и осаждаются на террасах или уступах склона в виде аккумулятивных конусов [15, 16].

Стратиграфическое расчленение и корреляция разрезов прибортовых и осевых зон Камско-Кинельской системы прогибов

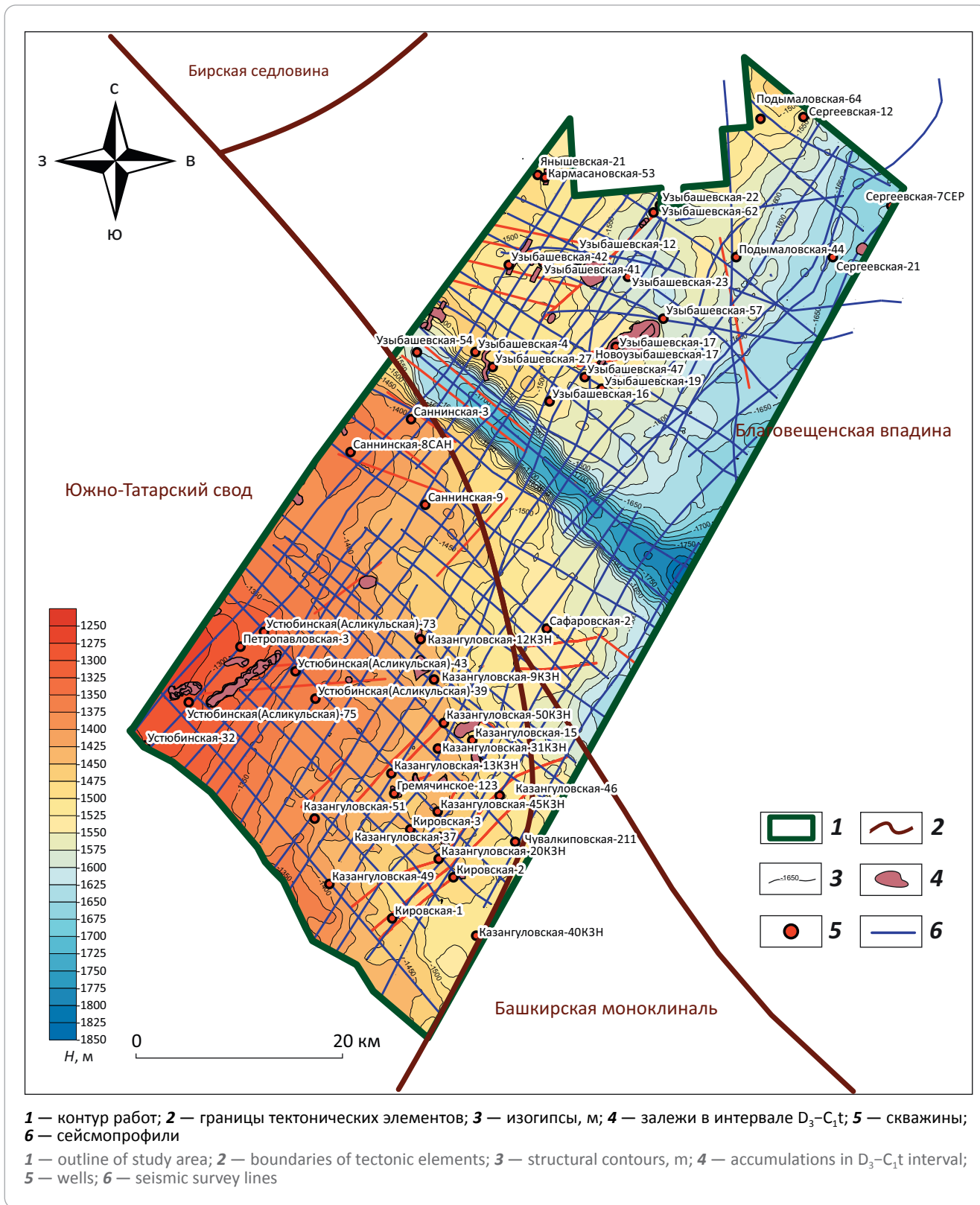
Карбонатные отложения верхнего девона и турнейского яруса в зонах перехода от мелководных шельфовых областей к центральным частям палеопроггибов имеют чрезвычайно сложное строение, характеризуются резкими изменениями мощности стратонтов и отсутствием прослеживающихся реперных горизонтов. Неравномерная охарактеризованность разрезов биостратиграфическими данными также затрудняет корреляцию отложений в полифациальных карбонатных комплексах. Для

решения стратиграфических задач авторы статьи использовали методику разработки геолого-геофизических эталонов разрезов конкретных седиментационных зон палеобассейна. Эталонные разрезы разработаны для внешних, внутренних прибортовых и центральной зон Усть-Черемшанского, Мухано-Ероховского и Актаныш-Чишминского прогибов, а также для склонов Южно-Татарского, Северо-Татарского, Башкирского палеосводов.

На рис. 3 приведено сопоставление эталонных разрезов центральных зон Актаныш-Чишминского (скв. Узыбашевская-54), Усть-Черемшанского (скважины Мелекесская-1, Бугровская-17) и Мухано-Ероховского (скв. Могутовская-104) палеопроггибов. Наиболее подробно биостратиграфически охарактеризован разрез центральной зоны Усть-Черемшанского палеопроггиба в скв. Мелекесская-1, где комплексами конодонтов и фораминифер обоснован возраст доманикового, речичского, евлановского и ливенского горизонтов франского яруса, нижнего, среднего и верхнего фамена, гумеровского, малевского, упинского и кизеловского горизонтов турнейского яруса [12].

На рис. 4 продемонстрирована корреляция разрезов внешней северной прибортовой зоны Актаныш-Чишминского палеопроггиба (Благовещенская впадина). Изменение мощности черепетского горизонта обусловлено появлением в Чекмагушевских скважинах обломочных карбонатных пород подводного конуса выноса. Черепетский возраст отложений обоснован комплексом фораминифер в скв. Чекмагушевская-85 (интервал 1593–1596 м): *Baituganella chernyschinensis* Lip., *Brunsia irregularis* (Moell.), *Chernyshinella glomiformis* (Lip.), *Palaeospiro-*

Рис. 2. Структурная карта по кровле черепетско-кизеловских отложений турнейского яруса (ОГ Т), совмещенная со схемой сейсмических профилей (Благовещенская впадина и склон Южно-Татарского свода)
Fig. 2. Structural map over the Tournaisian Cherepetsky-Kizelovsky Top combined with the map of seismic line location (Blagoveschensky depression and slope of South Tatarsky arch)



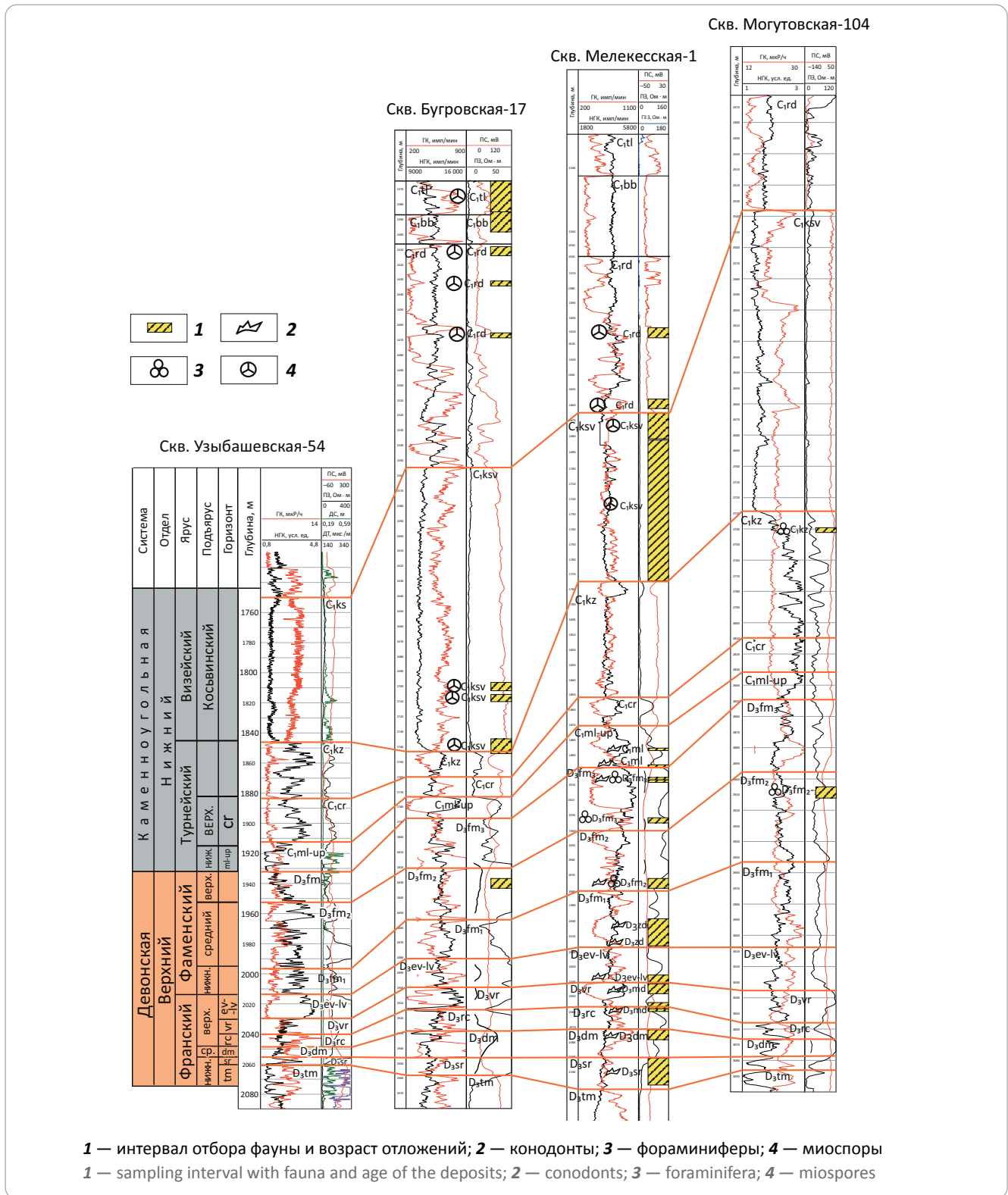
plectamina tchernyshinensis (Lip.), *Rectochnyshinella mirabilis* (Lip.), *Inflatoendothyr inflata* (Lip.). Кизеловский горизонт охарактеризован комплексом фораминифер в скв. Чекмагушевская-126 (ин-

тервалы 1461–1466, 1535–1544, 1590–1503 м): *Bai-tuganella vulgaris* Lip., *Tournayella discoidea* Dain., *Chernyshinella paraglomiformis* Lip., *Granuliferella cf. antiqua* (Raus.), *Spinochernella spinosa* (N. Tchern.),



Рис. 3. Схема корреляции верхнедевон-турнейских отложений в разрезах центральных зон Актаныш-Чишминского, Усть-Черемшанского и Мухано-Ероховского палеопрогибов

Fig. 3. Correlation chart of Upper Devonian-Tournaisian deposits in the columns of the central zones of Aktanysh-Chishminsky, Ust-Cheremshansky, and Mukhano-Erokhovsky paleotroughs



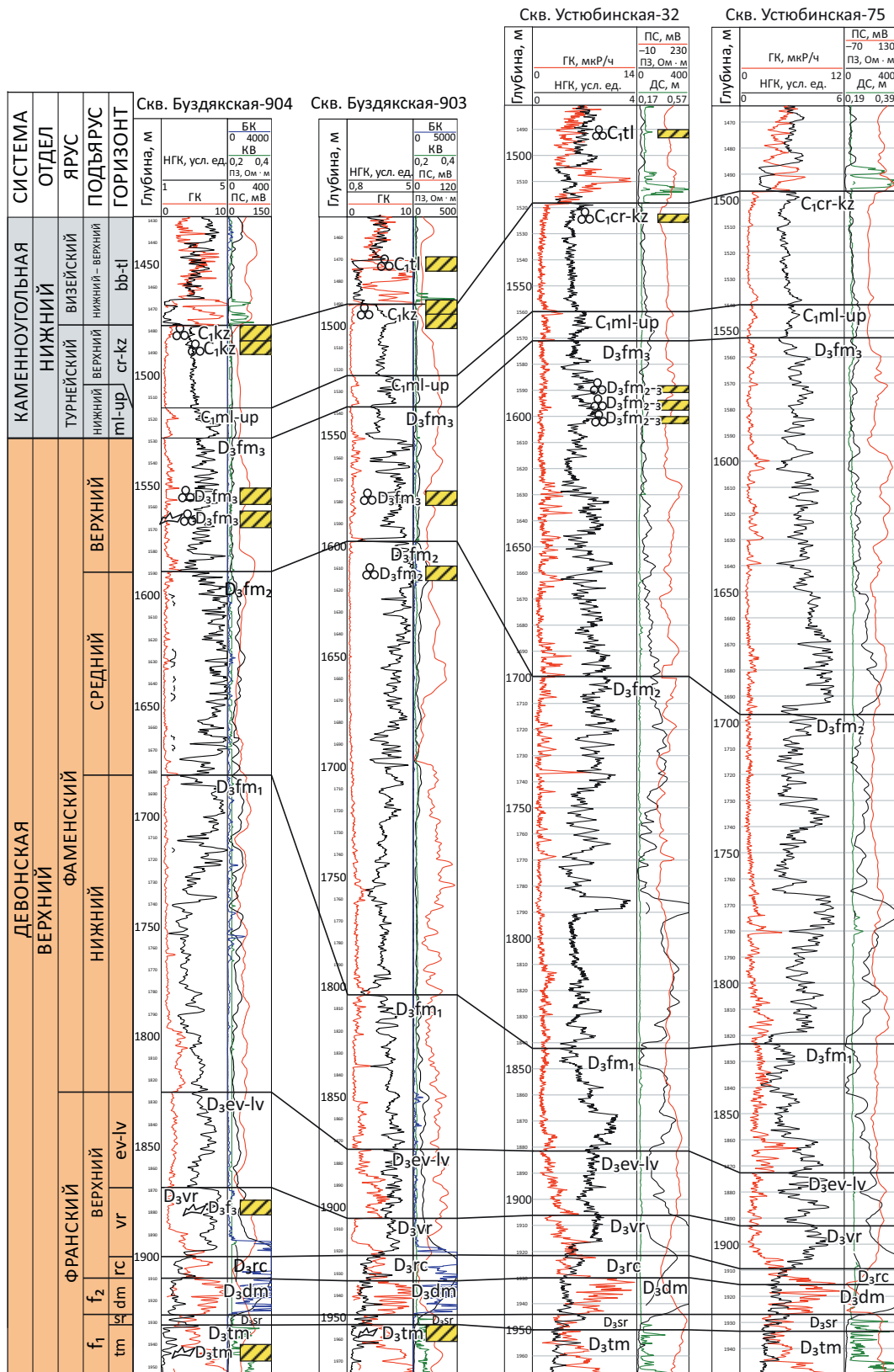
S. paraukrainica (Lip.), *Spinoendothyra costifera* (Lip.), *S. tenuiseptata* (Lip.), *Inflatoendothyra inflata* (Lip.).

На рис. 5 приведено сопоставление верхнедевон-турнейских отложений в разрезах зоны склона Южно-Татарского палеосвода. Здесь наблюдается

увеличение мощности нижнефаменских отложений в скв. Буздякская-904, вызванное наличием предрифовых склоновых брекчий, а также значительное увеличение мощности средне- и верхнефаменских отложений в разрезах скважин Буз-



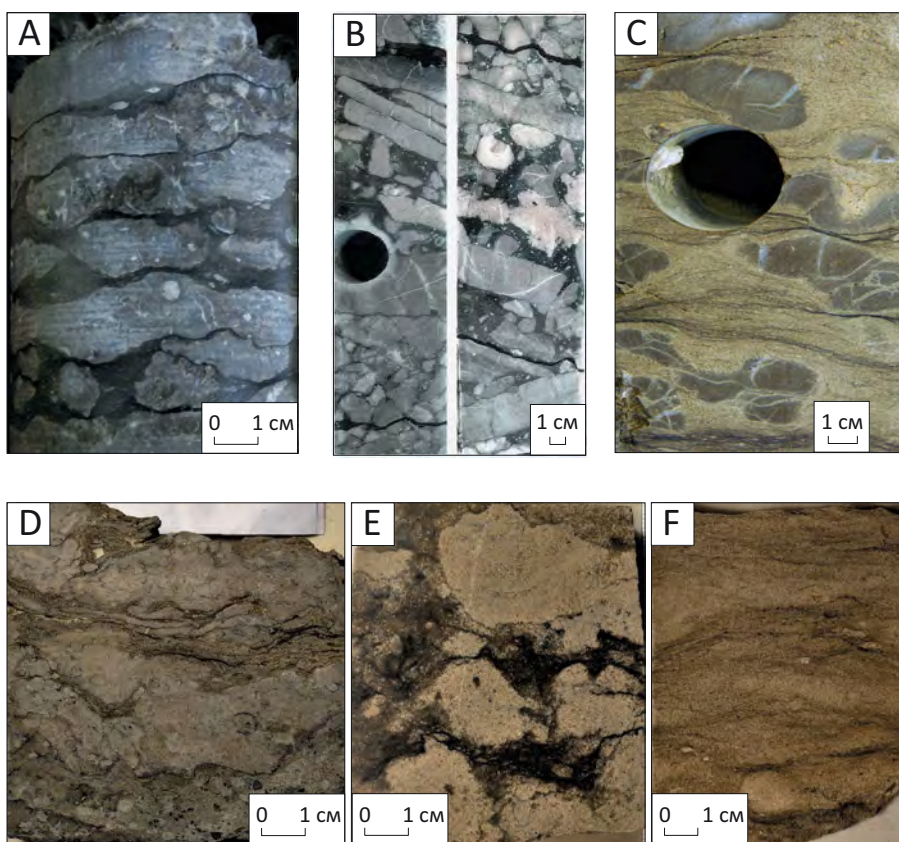
Рис. 5. Схема корреляции верхнедевон-турнейских отложений в разрезах склона Южно-Татарского палеосвода
 Fig. 5. Correlation chart of Upper Devonian-Tournaisian deposits in the columns of the slope of South Tatarsky paleoarch



Усл. обозначения см. на рис. 3
 For Legend see Fig. 3

Рис. 6. Основные типы карбонатных обломочных пород, слагающих подводные конусы выноса

Fig. 6. Основные типы карбонатных обломочных пород, слагающих подводные конусы выноса



А — известняковая брекчия с углеродистым кремнисто-карбонатным заполнителем. Верхнефранский подъярус, воронежский горизонт (скв. Южно-Мухинская-1027, глубина 1736,85 м; северный склон Южно-Татарского свода), В — известняковая брекчия с углеродистым карбонатно-кремнистым заполнителем (верхнефранский подъярус, воронежский горизонт; скв. Северо-Балтийская-175, интервал 2168–2178 м; Сокская седловина), С — известняковая брекчия с мелкообломочным заполнителем (фаменский ярус, заволжский надгоризонт; скв. Томинская-1, глубина 2450,65 м; Бузулукская впадина), D — доломитово-известняковая брекчия, неравномерно нефтенасыщенная (фаменский ярус, заволжский надгоризонт; скв. Ульяновская-1, глубина 1428 м; восточный склон Токмовского свода), E — известняковая брекчия с обломочным заполнителем (турнейский ярус; скв. Ульяновская-1, глубина 1401,4 м; восточный склон Токмовского свода), F — известняк мелкообломочный (турнейский ярус; скв. Ульяновская-1, глубина 1399,9 м; восточный склон Токмовского свода)

A — calcareous breccia with carbonaceous siliceous-carbonate joining material. Upper Frasnian substage, Voronezhsky Horizon (South Mukhinskaya-1027 well, depth 1736.85 m; northern slope of South Tatarsky arch), B — calcareous breccia with carbonaceous carbonate-siliceous joining material (Upper Frasnian substage, Voronezhsky Horizon; North Baltiiskaya-175 well, interval 2168–2178 m; Soksky saddle), C — calcareous breccia with microfragmental joining material (Famennian stage, Zavolzhsy superhorizon; Tominskaya-1 well, depth 2450.65 m; Buzuluksky depression), D — dolomitic-calcareous breccia, unevenly oil saturated (Famennian stage, Zavolzhsy superhorizon; Ulyanovskaya-1 well, depth 1428 m; eastern slope of Tokmovsky arch), E — calcareous breccia with clastic joining material (Tournaisian stage; Ulyanovskaya-1 well, depth 1401.4 m; eastern slope of Tokmovsky arch), F — microfragmental limestone (Tournaisian stage; Ulyanovskaya-1 well, depth 1399.9 m; eastern slope of Tokmovsky arch)

Будзьянская-903 и Устюбинские-32, 75 в интервалах развития карбонатных брекчий подводных конусов выноса. Средне-позднефаменский возраст отложений установлен в скв. Устюбинская-32 (интервалы 1588–1591, 1594–1597 и 1600–1603 м) по находкам фораминифер *Septatourayella rauserae* Lip. В скважинах Будзьянская-903 (интервал 1575–1582 м) и Будзьянская-904 (интервалы 1551–1558 и 1562–1569 м) определены *Parathuramminites cuchmani* (Sul.), *Spinosella stellata* (Lip.), *S. radiata* (Antr.), *S. paulis* (Бык.), *Suleimanovella suleimanovi* (Lip.), *Bisphaera malevkensis* Bir., *Eoseptatourayella rauserae* (Lip.), *E. potensa* (Durk.), *Quasiendothyra communis* (Raus.), *Q. kobeitusana* (Raus.).

Турнейские отложения в скважинах Устюбинская-32 и Будзьянская-903 охарактеризованы комплексами кизеловских фораминифер только в верхней части разреза.

Типы пород

Основными типами пород, слагающих клиноформные тела подводных конусов выноса обломочного карбонатного материала на внешних склонах палеосводов и в прибортовых зонах палеопрогибов, являются разнообразные карбонатные брекчии, гравелиты, обломочные грубо-, средне- и мелкозернистые известняки, шламово-детритовые известняки и доломиты, нередко обогащенные ОВ, реже

карбонатно-кремнистые углеродистые породы. В строении карбонатно-глинистых подводных конусов выноса помимо обломочных карбонатов выделяются пласты и пачки темно-серых глин мощностью до 50 м.

Карбонатные грубообломочные породы в центральных частях аккумулятивного конуса слагают массивные тела уплощенно-линзовидной формы, косоволнистой текстуры. В дистальных частях конуса обломочные породы принимают утолщенно-линзовидную и пластообразную формы. Выделяются следующие основные типы карбонатных брекчий (рис. 6 А, В).

1. Известняковые брекчии с углеродистым кремнисто-карбонатным заполнителем (см. рис. 6 А, В) развиты в верхнефранских отложениях воронежского горизонта в пределах склонов палеосводов. Слагают массивные линзовидные тела на внутренних склонах и пластообразные — на внешних. Обломки карбонатных пород имеют субгоризонтальную ориентацию и являются перемещенными фрагментами будинированных слоев микрозернистого известняка с остатками раковин остракод и брахиопод, а также кремнистых микрозернистых слоев с детритом остракод и тентакулитов, с реликтовой радиольяриевой структурой (см. рис. 6 В). Часто в обломках наблюдаются короткие палеотрещины, не выходящие за их пределы, минерализованные кальцитом и халцедоном, а также заполненные породой, обогащенной ОВ, что свидетельствует о переносе литифицированного материала.

2. Известняковые брекчии с мелкообломочным заполнителем (см. рис. 6 С). Обломки в брекчии представлены плотным микрозернистым известняком с детритом брахиопод, криноидей, водорослей и кальциеферами. Заполнитель — мелкокомковатый известняк с мелкими органогенными обломками. Наблюдаются также прослои карбонатного материала, обогащенного ОВ. В обломках развиты разнонаправленные кальцитизированные трещины, не выходящие за пределы обломков, что свидетельствует о переносе литифицированного материала. Брекчии слагают клиноформные тела в пределах внешнего склона палеосводов. Развиты в отложениях верхнего фамена.

3. Доломитово-известняковые брекчии (см. рис. 6 D). Обломки комковато-мелкообломочного известняка с остатками иглокожих, остракод, брахиопод, фораминифер имеют округло-овальную и неправильную формы, свидетельствующие об их переносе в слаболитифицированном состоянии. Наполнитель представлен неравномерно-зернистым органогенно-обломочным доломитовым пористым известняком, по которому нередко наблюдается нефтенасыщение. Брекчии слагают массивные линзовидные тела в центральных частях конусов выноса в пределах внешней зоны склонов палеосводов, характерны для карбонатных клиноформ верхнего фамена заволжского надгоризонта.

4. Известняковые брекчии, сложенные разнообразными обломками органогенно-обломочного известняка и остатками водорослей, мшанок, брахиопод, иглокожих. Заполнитель — пористый мелкообломочный известняк и кристаллический кальцит. Часто наблюдается нефтенасыщение. Распространены во внешних прибортовых зонах Камско-Кинельской системы прогибов, слагают карбонатные клиноформы турнейского яруса (см. рис. 6 E).

5. Органогенно-обломочные косоволнисто-слоистые известняки с многочисленными остатками водорослей, криноидей, фораминифер (см. рис. 6 F). Слагают карбонатные клиноформы турнейского яруса во внешних прибортовых зонах Камско-Кинельской системы прогибов.

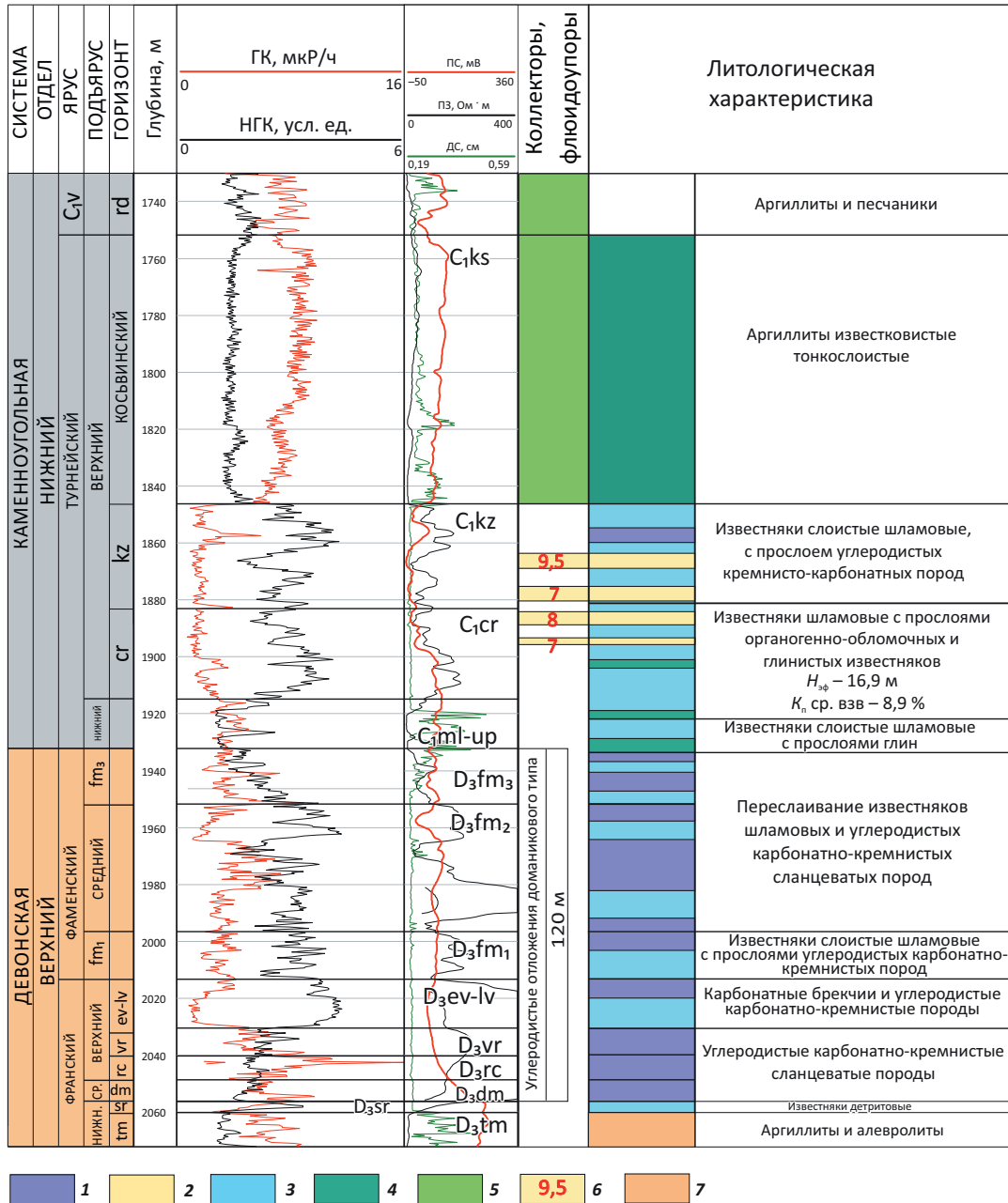
Литолого-фациальная характеристика верхнедевон-турнейских отложений Актаныш-Чишминского палеопрогиба и внешнего склона Южно-Татарского палеосвода

В пределах юго-восточного окончания Актаныш-Чишминского прогиба и восточного склона Южно-Татарского свода выделяются седиментационные зоны, в которых происходило накопление карбонатных, углеродистых карбонатно-кремнистых и глинисто-карбонатных отложений разного генезиса. Разрезы верхнедевон-турнейских отложений различных зон характеризуются неодинаковой мощностью стратонов, различным набором генетических типов отложений. Среди последних выделяются следующие типы: депрессионные карбонатно-кремнистые углеродистые сланцевые породы доманикового типа, известняки средне-толстослоистые шламовые, плотные нижней части пологих склонов палеосводов; органогенно-обломочные линзовидно-слоистые известняки и массивные карбонатные брекчии — отложения подводных конусов выноса на склонах палеосводов и в прибортовых зонах палеопрогибов, слагающие карбонатные клиноформы; глинистые и глинисто-карбонатные отложения подводных конусов выноса, распространенные на склоне Башкирского палеосвода в северной прибортовой зоне Актаныш-Чишминского палеопрогиба; мелководные органогенно-обломочные известняки открытого шельфа; известняки тонко- и среднеслоистые органогенно-детритовые, шламовые и глинистые открытого шельфа.

На рис. 7 продемонстрирован разрез саргавско-турнейских отложений центральной зоны палеопрогиба. Разрез представлен депрессионными карбонатными и карбонатно-глинистыми отложениями. В строении нижней среднефранско-фаменской части участвуют углеродистые карбонатно-кремнистые породы доманикового типа мощностью 120 м. Отложения турнейского яруса (малевско-кизеловского горизонтов) сложены глинами, глинистыми и шламовыми известняками с маломощными прослоями обломочных известняков, переотложенных из прибортовой зоны,

Рис. 7. Геолого-геофизический разрез верхнедевон-турнейских отложений центральной зоны Актаныш-Чишминского палеопрогиба (скв. Узыбашевская-54)

Fig. 7. Geological and geophysical cross-section of Upper Devonian-Tournaisian deposits in the central zone of Aktanysh-Chishminsky paleotrough (Uzybashevskaya-54 well)



Типы пород (1–4): 1 — углеродистые карбонатно-кремнистые, 2 — карбонатные коллекторы (органогенно-обломочные известняки и карбонатные брекчии), 3 — плотные массивные карбонатные брекчии и слоистые шламовые известняки, 4 — глины-флюидоупоры; 5 — региональный флюидоупор косьвинского горизонта и визейского яруса; 6 — коэффициент общей пористости пласта-коллектора, установленный по данным ГИС; 7 — тиманский карбонатно-терригенный комплекс

Rock types (1–4): 1 — carbonaceous carbonate-siliceous, 2 — carbonate reservoirs (bioclastic limestone and carbonate breccia), 3 — tight massive carbonate breccia and laminated calcisiltite, 4 — impermeable clay; 5 — regional impermeable bed of Kos'vinsky Horizon and Visean stage; 6 — total porosity factor of reservoir determined using well log data; 7 — Timansky carbonate-terrigenous sequence

и тонкими прослоями углеродистых пород доманикового типа. Кизеловские отложения перекрывает мощная (95 м) толща известковистых аргиллитов косьвинского горизонта.

Совершенно иное строение имеет разрез прибортовой зоны Актаныш-Чишминского прогиба,

представленный в скв. Узыбашевская-4 (рис. 8). Здесь черепетско-кизеловский интервал разреза сложен массивными карбонатными брекчиями, переслаивающимися с пластами шламовых и органогенно-обломочных известняков. Косьвинский горизонт отсутствует.

На рис. 9 приведено строение внешней зоны Южно-Татарского палеосвода в скв. Казангуловская-9. Разрез характеризуется мощной (> 120 м) толщей верхнефаменских массивных пористо-каверновых брекчий 3-го типа.

Площадное распространение различных типов отложений на внешних склонах палеосводов и в Актаныш-Чишминском палеопрогнибе отражено на тонкопластовой седиментационной модели (рис. 10) и на литолого-фациальных картах (рис. 11 А–С).

Саргаевские отложения отличаются крайне выдержанным составом и строением и небольшой мощностью от 2 до 4 м. На северо-востоке разрез саргаевского горизонта становится карбонатным, мощность увеличивается до 10 м. Известняки шламово-детритовые, развитые на внешнем склоне Башкирского палеосвода (скважины Подымаловская-64, Сергеевская-7).

Отложения доманикового горизонта представлены высокоуглеродистыми карбонатно-кремнистыми породами, не содержащими глинистых минералов, с тонкими прослоями радиоляритов и вторичных силицитов. В пределах внешнего склона Южно-Татарского палеосвода (скважины Казангуловские-40, 49, 51), а также на севере (скважины Узыбашевские-12, 41, 42) в составе углеродистых пород присутствуют прослои детритовых известняков. Мощность горизонта изменяется от 10 до 14 м.

Отложения речичского горизонта представлены углеродистыми карбонатно-кремнистыми породами. Мощность отложений изменяется слабо — от 6 до 10 м. Накопление отложений происходит в условиях палеодепрессии при очень низких темпах седиментации.

Воронежские отложения представлены высокоуглеродистыми карбонатно-кремнистыми породами. В пределах внешних зон склонов Южно-Татарского и Башкирского палеосводов разрез горизонта сложен карбонатными брекчиями, сцементированными углеродистым карбонатно-кремнистым материалом (тип 1). Мощность горизонта изменяется от 16 до 26 м на склонах палеосводов и от 10 до 16 м в прибортовых и центральной зонах палеопрогниба.

Таким образом, уже в воронежское время намечалась четкая граница между склонами палеосводов и Актаныш-Чишминским палеопрогибом.

В составе евлановско-ливленских отложений выделяется три типа разрезов, разграничивающих зоны внешних склонов палеосводов, прибортовые и центральную зоны палеопрогниба.

В разрезах склонов палеосводов, наряду с углеродистыми карбонатно-кремнистыми породами, присутствуют относительно мощные пласты известняков и карбонатных брекчий. Мощность отложений здесь достигает 45 м. Разрезы прибортовых зон сложены углеродистыми карбонатно-кремнистыми породами мощностью до 25–30 м. Депрессионная область палеопрогниба характеризуется развитием углеродистых отложений мощностью до 15–20 м.

Палеогеографический план раннего фамена в целом наследует позднефранский. На большей части территорий склонов палеосводов и зон Актаныш-Чишминского палеопрогниба развиты углеродистые карбонатно-кремнистые породы доманикового типа, в составе которых появляются мелкие линзы и прослои детритовых известняков. Граница внешнего склона Южно-Татарского палеосвода приобретает изрезанный характер в результате развития конусов выноса обломочного материала. Мощность разрезов в центральной зоне палеопрогниба достигает 20 м, в прибортовой — 40 м, на внешних склонах палеосводов — 70 м.

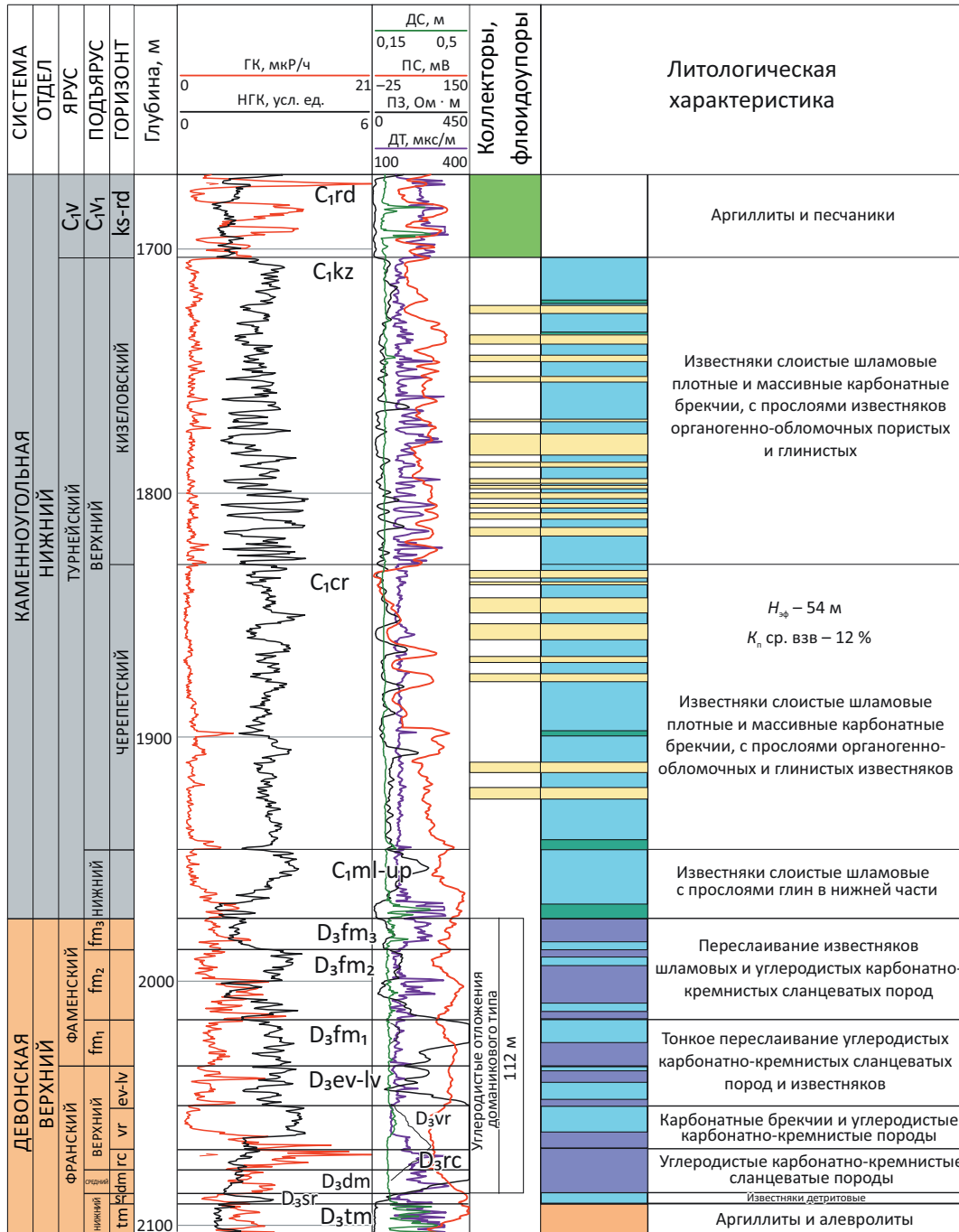
В среднем фамене область распространения отложений доманикового типа сокращается (см. рис. 11 А). Они сосредоточены главным образом в центральной и прибортовой зонах палеопрогниба. На внешних склонах палеосводов появляются конусы выноса обломочного карбонатного материала (карбонатные брекчи, обломочные известняки). Мощность отложений изменяется от 20–40 м в центральной зоне палеопрогниба до 60–145 м на склоне Южно-Татарского палеосвода.

В верхнем фамене распространение отложений доманикового типа ограничено центральной и северной прибортовой зонами Актаныш-Чишминского палеопрогниба (см. рис. 11 В), где их мощность изменяется от 10 до 60 м. Увеличение мощности происходит в результате возрастания долевого участия пластов известняков. В пределах внешних прибортовых зон палеопрогниба и внешних склонов палеосводов развиты среднеслоистые шламовые и косоволнисто-слоистые органогенно-обломочные известняки (тип 5, см. рис. 6 F) а также массивные карбонатные брекчи 3-го типа. Обломочные карбонатные тела и шламовые известняки слагают клиноформные комплексы, максимальные мощности которых (до 170 м) наблюдаются на границе склона Южно-Татарского палеосвода и Актаныш-Чишминского палеопрогниба (скважины Саннинские-3, 8 и 9).

Отложения малевского и упинского горизонтов представлены тонкослоистыми шламовыми и глинистыми известняками, содержащими отдельные прослои углеродистых пород доманикового типа, мощность отложений не превышает 25 м. В пределах внешней северо-восточной прибортовой зоны палеопрогниба развиты конусы выноса, сложенные карбонатными брекчиями и глинами. На склонах Башкирского и Южно-Татарского палеосводов распространены мелководные детритовые известняки, мощность которых не превышает 20 м.

Для позднетурнейского времени характерно резкое сокращение площади центральной зоны палеопрогниба в результате распространения черепетских и кизеловских карбонатных обломочных и карбонатно-глинистых подводных конусов выноса (см. рис. 11 С). Обломочные карбонаты как бы закрывают прогиб, оставляя наиболее глубоководные участки только на западе (скв. Узыбашевская-54) и востоке (скв. Ракитовская-404) террито-

Рис. 8. Геолого-геофизический разрез верхнедевон-турнейских отложений прибортовой зоны Актаныш-Чишминского палеопргиба (скв. Узыбашевская-4)
Fig. 8. Geological and geophysical cross-section of Upper Devonian-Tournaisian deposits in the near-flank zone of Aktanysh-Chishminsky paleotrough (Uzybashevskaya-4 well)



Усл. обозначения см. на рис. 7

For Legend see Fig. 7

рии. Наблюдается различие в строении разрезов юго-западной и северо-восточной прибортовых зон палеопргиба. Юго-западный борт морфологически слабо выражен, сложен карбонатными брекчиями мощностью 170–250 м (скважины Саннинские-3, 8, Сафаровская-2). Северо-восточный борт представлен карбонатными брекчиями, органогенно-обломочными известняками с прослоями

и пачками глин. В пределах склона палеосвода развиты мелководные мелкоплитчатые обломочные известняки мощностью до 20 м.

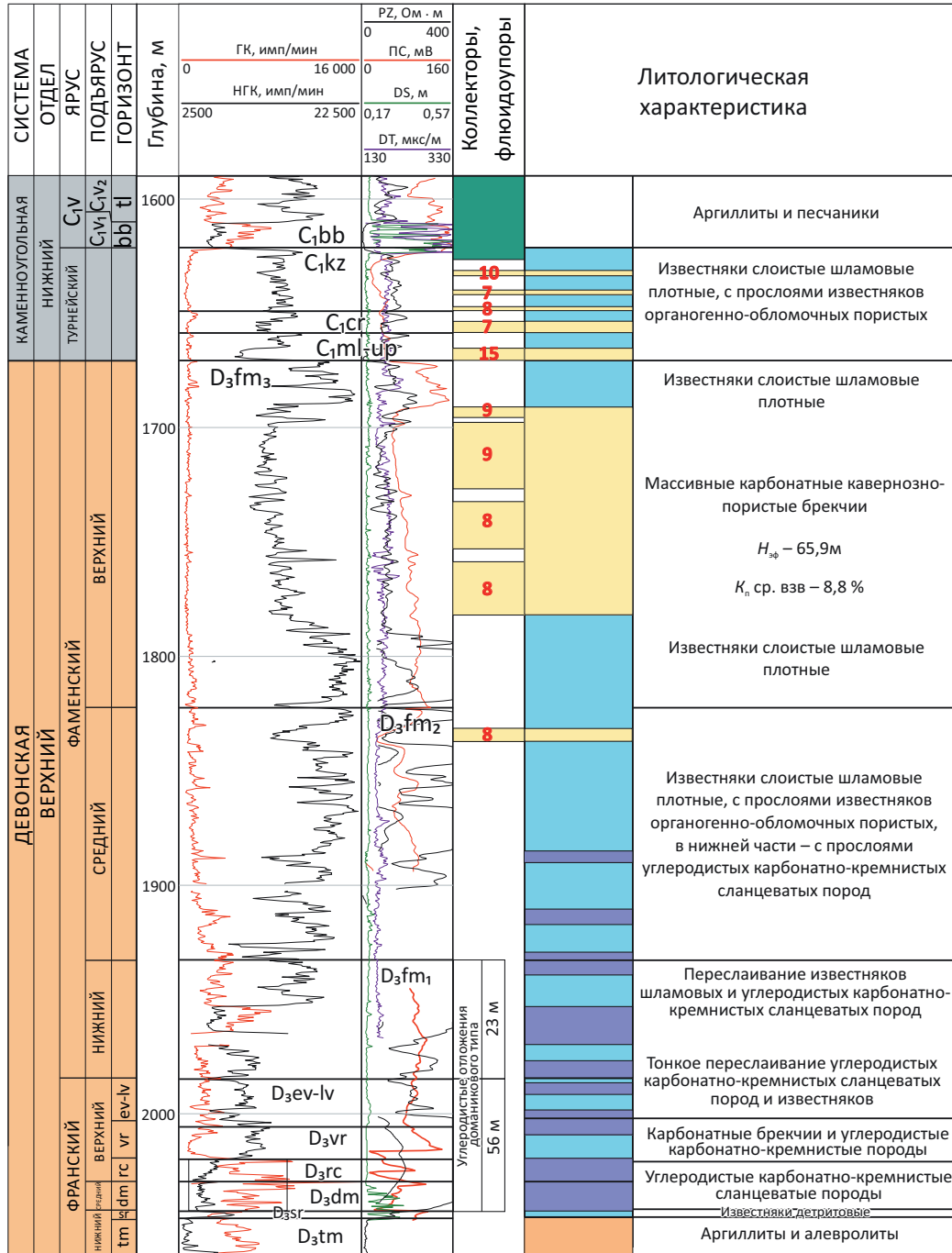
Таким образом, Актаныш-Чишминский прогиб имеет асимметричное строение, наиболее выраженное в верхнефаменском и турнейском комплексах.

Начиная со среднего фамена происходит последовательное заполнение палеопргиба кар-



Рис. 9. Геолого-геофизический разрез верхнедевон-турнейских отложений склона Южно-Татарского палеосвода (скв. Казангуловская-9)

Fig. 9. Geological and geophysical cross-section of Upper Devonian-Tournaisian deposits in the slope of South Tatarsky paleoarch (Kazangulovskaya-9 well)



Усл. обозначения см. на рис. 7

For Legend see Fig. 7

бонатным обломочным и карбонатно-глинистым материалом, поступающим с палеосводов. В козьвинское время прогиб компенсировался глинистыми отложениями.

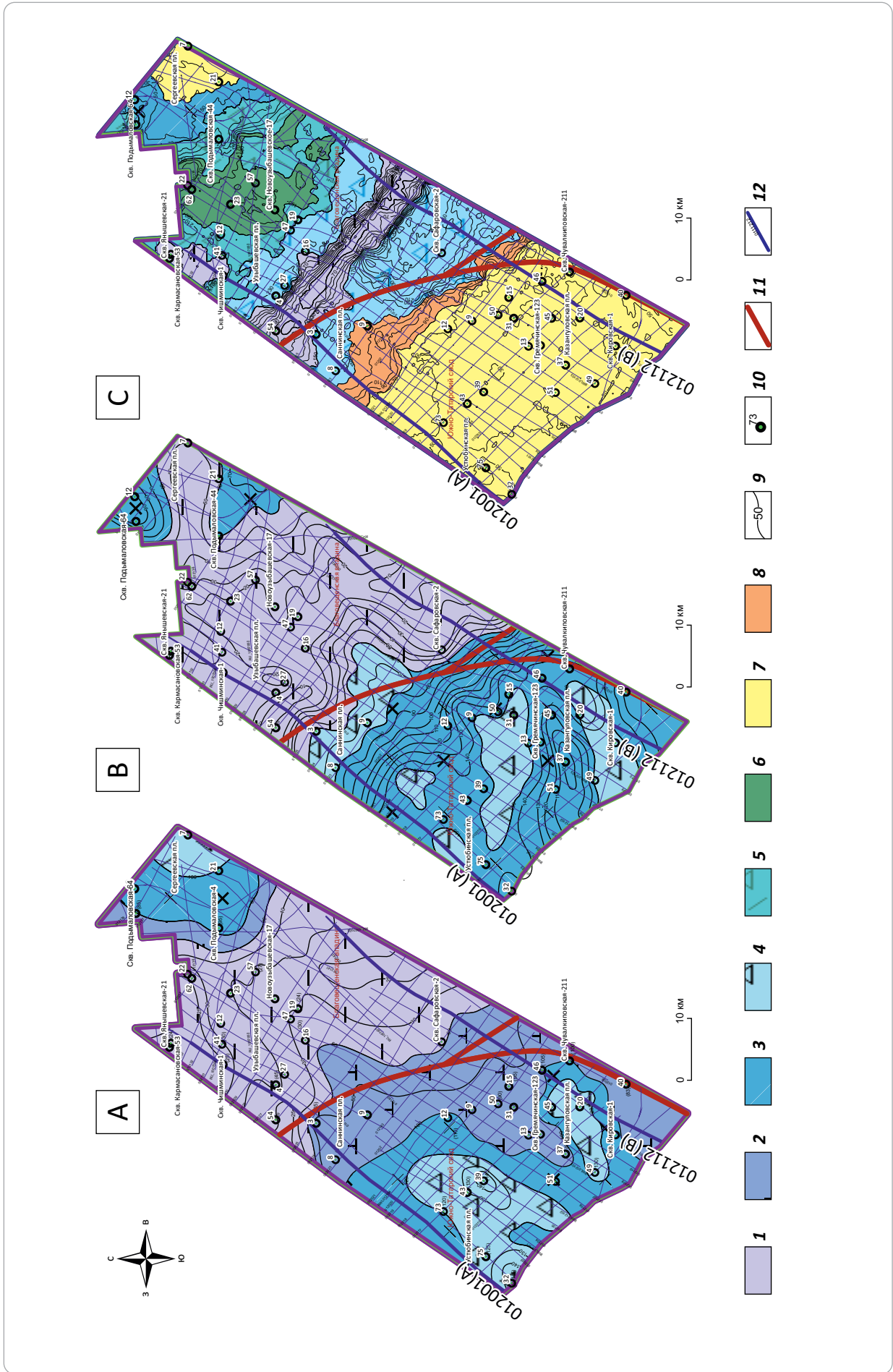
Наблюдается последовательная проградация клиноформных тел от верхнего франа до турнейского яруса по направлению к центральной зоне палеопрогрива.

Сейсмогеологические критерии выявления и картирования карбонатных клиноформных тел

Проведение сейсмостратиграфического анализа массива региональных профилей, отрабатанных на площади Благовещенской впадины и склона Южно-Татарского свода (см. рис. 2), а также сейсмических профилей, пересекающих бортовые зоны Усть-Черемшанского, Мухано-Ероховского,



Рис. 11. Литолого-фациальные карты отложений среднефаменского (А) и верхнефаменского (В) подъярусов и нерасчлененных черепетского и кизеловского горизонтов (С)
Fig. 11. Lithofacies maps of Middle Famennian (A) and Upper Famennian (B) deposits, and poorly defined Cherepetsky and Kizelovsky horizons (C)



Усл. обозначения к рис. 11

Legend for Fig. 11

1 — углеродистые карбонатно-кремнистые отложения доманикового типа центральной и внутренней прибортовой зон палеопрогиба; **2** — углеродистые карбонатно-кремнистые отложения с пластами и пачками шламовых известняков внешней прибортовой зоны палеопрогиба; **3** — тонкослоистые шламовые известняки внешней зоны склона палеосвода; **4** — массивные карбонатные брекчии подводных конусов выноса (карбонатные клиноформы); **5** — глинисто-карбонатная черепетско-кизеловская клиноформа; **6** — карбонатно-глинистая черепетско-кизеловская клиноформа; **7** — турнейские мелководные обломочные известняки палеосвода; **8** — карбонатные брекчии проксимальной части карбонатной черепетско-кизеловской клиноформы; **9** — изопахиты, м; **10** — скважины и их номер; **11** — граница тектонических элементов; **12** — сейсмические профили и их номера

1 — Domanik-type carbonaceous carbonate-siliceous deposits of central and inner near-flank paleotrough zones; **2** — carbonaceous carbonate-siliceous deposits with layers and packages of laminated calcisiltite of the outer near-flank paleotrough zones; **3** — thin-bedded laminated calcisiltite of the outer zone of paleoarch slope; **4** — massive carbonate breccia of submarine fans (carbonate clinofoms); **5** — argillaceous-carbonate Cherepetsky-Kizelovsky clinofom; **6** — carbonate-argillaceous Cherepetsky-Kizelovsky clinofom; **7** — Tournaisian shallow-marine clastic limestone of paleoarch; **8** — carbonate breccia of proximal part of the carbonate Cherepetsky-Kizelovsky clinofom; **9** — isopach, m; **10** — well and well number; **11** — boundaries of tectonic elements; **12** — seismic survey lines and their numbers

северо-западной части Актаныш-Чишминского и Нижнекамского палеопрогибов, позволило сформулировать основные признаки выраженности в сейсмической записи карбонатных клиноформных комплексов, отличающих их от рифовых, а также мелководных шельфовых карбонатных отложений.

Сейсмический профиль 012001 демонстрирует последовательную смену сейсмофаций и морфологию соответствующих литологических тел в северо-восточном направлении, профиль пересекает территорию склона Южно-Татарского свода, центральной, южной и северной прибортовых зон Актаныш-Чишминского палеопрогиба (рис. 12 А). По характеру сейсмической записи в интервале, ограниченном отражающими горизонтами (ОГ) Д и У, отчетливо выделяется два сейсмических подкомплекса. Нижний — между ОГ Д, соответствующим подошве среднефранско-турнейского карбонатного комплекса (кровле тиманского горизонта), и ОГ Д₁, соответствующим кровле верхнего франа.

Разрез характеризуется отчетливыми, прослеживающимися на всей территории, горизонтальными отражающими поверхностями, что обусловлено присутствием высокоуглеродистых карбонатно-кремнистых отложений доманикового типа.

Верхний подкомплекс карбонатных фамен-турнейских отложений в целом имеет сложную линзовидно-слоистую волновую картину. В его основании выделяется интервал выдержанной слоистой записи, соответствующий интервалу развития нижнефаменских отложений. В центральной зоне Актаныш-Чишминского прогиба наблюдается резкое сокращение мощности (ΔT) отложений нижнего фамена и повышение контрастности границ ввиду замещения карбонатов углеродистыми отложениями. Юго-западная часть профиля пересекает склон Южно-Татарского палеосвода, отличающегося развитием карбонатных клиноформ среднего и верхнего фамена. Сейсмофации характеризуются пологоволнистой поверхностью и увеличенной мощностью (ΔT), наличием линзовидных

участков, в которых наблюдается хаотичная сейсмическая запись соответствующих линзовидным телам массивных карбонатных брекчий.

Линзовидные тела чередуются с участками развития горизонтальных и наклонных в сторону прогиба отражающих поверхностей.

Сейсмофации верхнефаменской карбонатной клиноформы выделяются в интервалах на профиле 012001 между ПК 700–2100 (см. рис. 12 А), а также между ПК 2800–3300. В интервале между ПК 2100–2800 линзовидные тела карбонатных брекчий разделены слоистыми плотными известняками пологого склона. Наличие участков развития массивных брекчий и разделяющих их слоистых плотных известняков обусловлено неравномерным выносом грубообломочного карбонатного материала на склон палеосвода.

Максимальная мощность верхнефаменской карбонатной клиноформы и ее морфологическая выраженность наблюдаются в прибортовой зоне прогиба. В пределах большей юго-западной части профиля верхнефаменская клиноформа перекрыта горизонтально-слоистыми турнейскими отложениями, содержащими пласты пористых органогенно-обломочных известняков.

Граница верхнефаменских и турнейских отложений отчетливая, ей соответствует ОГ D₃zvl, что вызвано наличием глинистых отложений в основании турнейского яруса.

В южной прибортовой зоне Актаныш-Чишминского палеопрогиба выделяется карбонатная клиноформа черепетского горизонта. Ее разрез охарактеризован скважинами Саннинские-3, 8. Сейсмофация хорошо выражена, имеет линзовидный характер волновой картины. На профиле резко выражен крутой северный склон массивного карбонатного тела. В интервале между ПК 3400–3940 выделяется сейсмофация центральной зоны Актаныш-Чишминского прогиба. Разрез верхнефамен-турнейских отложений здесь охарактеризован скв. Узыбашевская-54.

Усл. обозначения к рис. 12

Legend for Fig. 12

Сейсмические профили: А — 012001, В — 012112 (положение профилей см. на рис. 11).

1 — депрессионные углеродистые карбонатно-кремнистые отложения доманикового типа центральной и внутренней прибортовой зон палеопроггиба; **2** — шламовые слоистые известняки с прослоями углеродистых карбонатно-кремнистых пород внешней зоны склона палеосвода; **3** — массивные карбонатные брекчии, склоновые отложения; **4** — глины и глинистые известняки в черепетском горизонте; **5** — глины косьвинского и радаевского горизонтов (центральная зона палеопроггиба); **6** — обломочные известняки; **7** — отложения нижнего – среднего девона; **8** — разломы; **9** — индексы стратонов I — склон Южно-Татарского палеосвода; II — южная прибортовая зона Актаныш-Чишминского палеопроггиба; III — центральная зона палеопроггиба; IV — северная прибортовая зона палеопроггиба

Seismic survey lines: A — 012001, B — 012112 (see Fig. 11 for position of the lines).

1 — Domanik-type depression carbonaceous carbonate-siliceous deposits of central and inner near-flank paleotrough zones; **2** — laminated calcisiltite limestone with carbonaceous carbonate-siliceous partings of the outer zone of paleoarch slope; **3** — massive carbonate breccia and slope detritus; **4** — clay and argillaceous limestone in the Cherepetsky Horizon; **5** — clay of Kos'vinsky and Radaevsky horizons (central zone of paleotrough); **6** — clastic limestone; **7** — Lower-Middle Devonian deposits; **8** — faults; **9** — indices of stratigraphic units

I — slope of South Tatarsky paleoarch; II — southern near-flank zone of Aktanysh-Chishminsky paleotrough; III — central zone of paleotrough; IV — northern near-flank zone of paleotrough

В северной прибортовой зоне прогиба также выделяется сейсмофация черепетской карбонатной клиноформы на ПК 4000–4500. Клиноформа морфологически выражена, имеет крутой южный и пологий северный склоны. На профиле наблюдается последовательная проградация в сторону прогиба линз обломочных карбонатных пород: в нижней части — массивных карбонатных брекчий, в верхней — уплощенных линз обломочных известняков, разделенных пластами глинистых известняков, реже глин. Клиноформа залегает на глинах и глинистых известняках малевского и упинского горизонтов. Нижняя часть разреза, соответствующая среднему франу – верхнему фамену, представлена сейсмофацией отложений доманикового типа. В районе ПК 4500 карбонатная клиноформа черепетского горизонта замещается карбонатно-глинистой того же возраста, строение которой охарактеризовано скв. Узыбашевская-54. Наиболее четко этот переход виден на рис. 12 В.

На рис. 13 приведено отображение фаменских и турнейских клиноформных комплексов на профиле 038903, пересекающем северную прибортовую зону Нижнекамского палеопроггиба. Профиль демонстрирует картину распределения осадочных тел, аналогичную наблюдаемой на борту Актаныш-Чишминского палеопроггиба. Закономерность развития карбонатных клиноформных комплексов наблюдалась авторами статьи также в прибортовых зонах Усть-Черемшанского и Мухано-Ероховского прогибов [10, 13].

Изучение прибортовых зон в Камско-Кинельской системе прогибов и выявленные для них закономерности строения среднефранско-турнейских отложений позволили сформулировать следующие критерии выделения карбонатных и карбонатно-глинистых клиноформ:

1) линзовидное строение, обусловленное чередованием линз массивных карбонатных брекчий, характеризующихся неровными, прерывистыми

отражающими поверхностями, наклоненными в сторону осевой части прогиба и пачек слоистых известняков;

2) проградация линзовидных тел в сторону осевой части прогиба;

3) резкая, отчетливая нижняя граница, обусловленная сменой углеродистых пород доманикового типа массивными пористо-кавернозными карбонатными брекчиями;

4) пологоволнистая поверхность клиноформных тел;

5) постепенные переходы от проксимальной к центральной и дистальной части клиноформы;

6) морфологическая выраженность тел на борту прогиба.

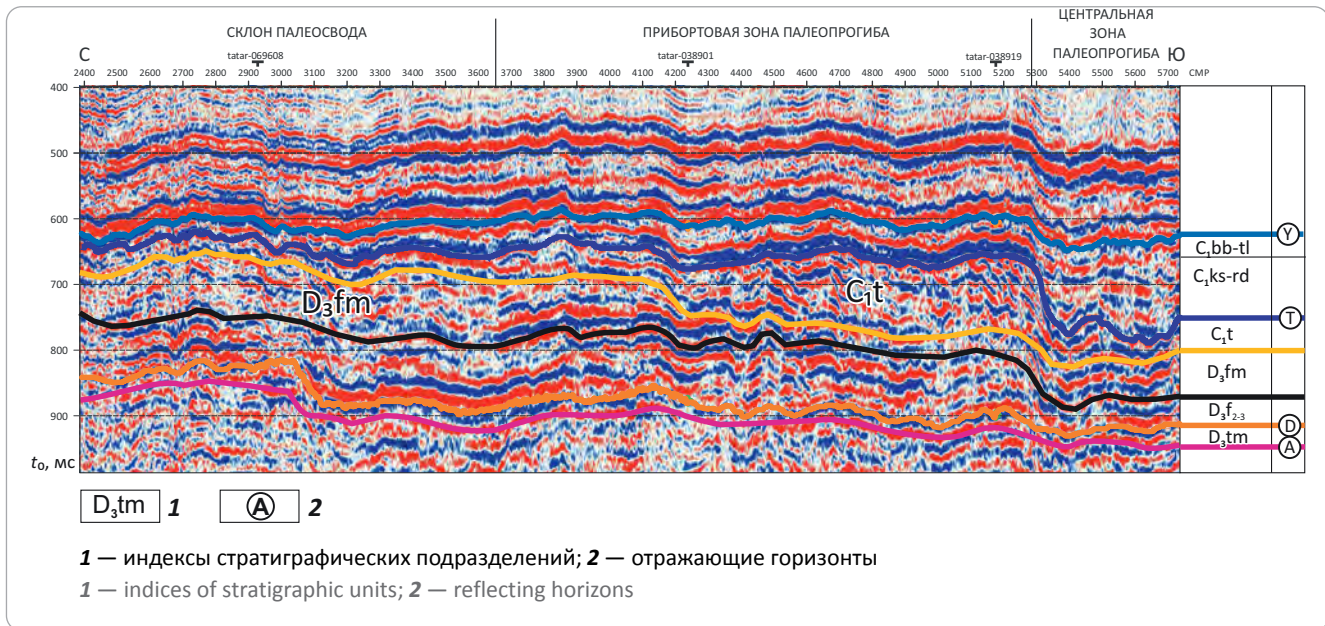
Типы коллекторов и закономерности их распределения в карбонатных клиноформных комплексах фамена и турнейского яруса

В фамен-турнейском карбонатном комплексе прибортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов распространено два типа коллекторов. Поровый коллектор характерен для мелководных средне-мелкозернистых обломочных известняков турнейского яруса (черепетского горизонта) и заволжского надгоризонта верхнего фамена. Обломочные известняки слагают пласты выдержанной мощности в пределах внешних склонов палеосводов. Пористость коллекторов изменяется от 11 до 18 %, проницаемость достигает $46 \cdot 10^{-3}$ мкм². Наиболее распространен в прибортовых зонах палеопроггиба порово-каверновый тип коллектора, развитый в массивных карбонатных брекчиях клиноформных тел. Пористость в них меняется от 7 до 11–17 %, в среднем составляя 15 %. Проницаемость варьирует от $15 \cdot 10^{-3}$ до $22 \cdot 10^{-3}$ мкм². Характер распределения фамен-турнейских пород-коллекторов был проанализирован на территории Благовещенской впадины. Нижнефаменский подъярус на всей изучаемой территории сложен углеродистыми карбонатно-крем-



Рис. 13. Строение клиноформных комплексов внешней прибортовой зоны Нижнекамского прогиба (сейсмический профиль 038903)

Fig. 13. Architecture of clinoform sequences in the outer near-flank zone of the Nizhnekamsky trough (038903 seismic line)



нистыми отложениями доманикового типа. Исключение составляют маломощные линзы пористых известняков (от 4 до 12 м), выделенные в единичных скважинах (Устюбинские-73, 32, Петропавловская-3, Казангуловские-15, 31). В среднем фамене установлены массивные и линзовидные прерывистые пласты порово-каверновых коллекторов на склоне Южно-Татарского свода. На большей части территории породы-коллекторы не выделяются. Порово-каверновый тип коллектора приурочен к массивным карбонатным телам брекчий, в которых средневзвешенное значение коэффициента общей пористости достигает 6–13%. Среди отложений верхнего фамена пласты поровых коллекторов (K_p — 9–14%) характерны для склона Южно-Татарского палеосвода. Суммарная мощность пород-коллекторов в этой зоне составляет 20–30 м при мощности пластов, изменяющейся от 2 до 15 м. На границе с прибортовой зоной прогиба развиты массивные и линзовидно-слоистые порово-каверновые карбонатные породы-коллекторы, суммарная мощность которых изменяется от 40 м (скв. Саннинская-8) до 100 м (скв. Саннинская-9). Средневзвешенное значение коэффициента общей пористости составляет 9–11%.

Черепетско-кизеловский резервуар, ограниченный нижневизейским региональным флюидоупором, в зависимости от строения разрезов в различных фациальных зонах имеет неравномерное распределение пород-коллекторов. На склоне Южно-Татарского палеосвода выделяется один пласт порового коллектора в мелководных органично-обломочных известняках мощностью от 20 м (скважины Устюбинские-39, 43, 73) до 30 м (скв. Казангуловская-45). В скважинах Казангуловская-39 и Устюбинская-75 пласт становится неоднородным,

выделяется от двух до трех пластов мощностью от 1 до 10 м. Средневзвешенное значение коэффициента общей пористости варьирует от 11 до 13%.

В юго-западной прибортовой зоне Актаныш-Чишминского прогиба выделяется зона развития массивных и линзовидно-слоистых порово-каверновых коллекторов. Линзовидное строение карбонатного резервуара является причиной наличия большого числа пластов-коллекторов — от 5 до 12, мощностью от 2 до 22 м. Суммарная мощность коллекторов достигает 100 м. Средневзвешенное значение коэффициента общей пористости составляет 8–11%.

Для среднефранско-турнейского нефтегазоносного комплекса в качестве регионального флюидоупора рассматривается нижневизейская покрывка, сложенная черными тонкослоистыми глинами и аргиллитами мощностью от 20 до 40 м.

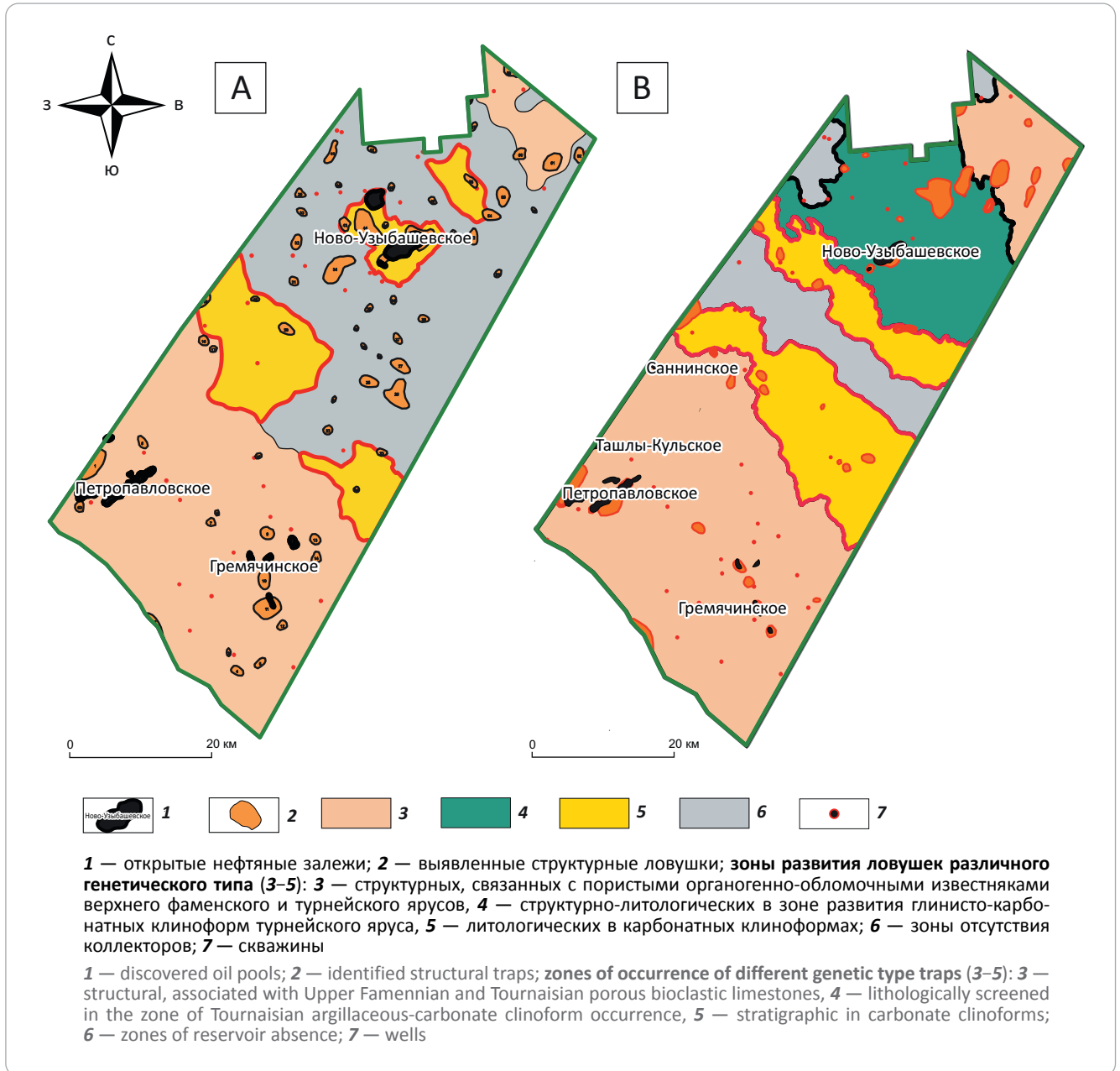
Региональный флюидоупор экранирует структурные и структурно-литологические залежи нефти на склоне Южно-Татарского палеосвода.

В качестве экранирующих толщ залежей в турнейских карбонатных клиноформах на северном борту Актаныш-Чишминского палеопргиба рассматриваются глины косьвинского горизонта мощностью до 100 м, развитые в центральной части прогиба (зональный флюидоупор), и внутрирезервуарные глины черепетского горизонта.

Таким образом, в пределах склона Южно-Татарского палеосвода и прибортовых зон Актаныш-Чишминского прогиба перспективы нефтеносности верхнедевон-турнейского комплекса связаны не только со структурными ловушками, но и с литологическими, занимающими значи-

Рис. 14. Карты распространения ловушек нефти различных генетических типов в отложениях среднего и верхнего фамена (А) и турнейского яруса (В)

Fig. 14. Maps of occurrence of oil different genetic type traps in the Middle and Upper Famennian deposits (A) and Tournaisian stage (B)



тельные площади в прибортовых зонах прогиба (рис. 14).

Выводы

1. Проведенные исследования позволили детализировать строение верхнедевон-турнейских отложений прибортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов.

2. Уточнено биостратиграфическое обоснование расчленения разрезов и определена их корреляция в разных седиментационных зонах бассейна.

3. Охарактеризованы условия седиментации подводных конусов выноса карбонатного обломоч-

ного материала, показана связь строения и состава с трансгрессивно-регрессивными этапами развития седиментационного бассейна.

4. Приведено описание типов пород, слагающих подводные конусы выноса.

5. Предложены литолого-фациальные модели, отражающие строение разрезов различных седиментационных зон и развитие бассейна седиментации в среднем – позднем фране, фамене и турне. Сформулированы критерии выделения карбонатных клиноформных комплексов в сейсмической записи, позволяющие отличать их от сходных тел рифового генезиса и мелководных шельфовых карбонатов.

6. На основании анализа сейсмического материала и данных бурения обосновано схожее строение прибортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов.

7. Закартированы перспективные литологические ловушки УВ в прибортовых зонах Актамыш-Чишминского прогиба, перспективы нефтенос-

ности которых определяются наличием коллекторов порово-кавернового типа, парагенетической связью с нефтематеринской толщей доманикового типа, наличием регионального, зонального и внутриверхуварного флюидоупоров, а также наличием уже открытых в них залежей нефти.

Литература

1. *Грачевский М.М.* Особенности строения и формирования Камско-Кинельской впадины в Куйбышевском Заволжье и Татарии // Доклады АН СССР. – 1959. – Т. 114. – № 5. – С. 1311–1314.
2. *Мкртчян О.М.* Закономерности размещения структурных форм на востоке Русской платформы. – М.: Наука, 1980, 134 с.
3. *Мкртчян О.М.* Палеоструктурный анализ ранних этапов формирования палеозойского чехла Волго-Уральской области // Геоструктурный анализ Волго-Уральской нефтегазоносной области. – М.: Наука, 1977. – С. 30–45.
4. *Хачатрян Р.О., Громека В.И.* Морфологические типы локальных поднятий и их пространственное размещение в Камско-Кинельских прогибах // Тектоническое развитие и современная структура нефтегазоносных областей Восточно-Европейской платформы. – М.: Наука, 1965. – 333 с.
5. *Хатьянов Ф.И., Иванова З.С., Шалагинова Ф.П.* О восточном продолжении фациальных депрессий Камско-Кинельской системы // Геология нефти и газа. – 1968. – № 8. – С. 11–16.
6. *Проворов В.М., Федорчук З.А., Бурыкина А.Е.* О поисках девонских структур под рифогенно-карбонатными массивами в Камско-Кинельской системе впадин // Тр. ВНИГНИ. – Пермь, 1973. – Вып. 123. – С. 94–100.
7. *Войтович Е.Д.* Тектоника осадочного чехла. Камско-Кинельская система прогибов // Геология Татарстана. Стратиграфия и тектоника. – М.: ГЕОС, 2003. – С. 330–331.
8. *Мирчинк М.Ф., Мкртчян О.М., Трохова А.А.* Палеотектонические и палеогеоморфологические особенности доманикового бассейна Волго-Уральской области // Известия АН СССР. Серия геологическая. – 1975. – № 12. – С. 9–18.
9. *Варламов А.И., Петерсилье В.И., Пороскун В.И., Фортунатова Н.К., Комар Н.В., Швец-Тэнэнта-Гурий А.Г.* Методика оценки запасов нефти в отложениях доманикового типа // Геология нефти и газа. – 2017. – № 5. – С. 51–65.
10. *Фортунатова Н.К., Варламов А.И., Канев А.С., Пороскун В.И., Баранова А.В., Бушуева М.А.* Строение и оценка перспектив нефтеносности углеродистых карбонатно-кремнистых отложений доманикового типа Волго-Уральской НГП // Геология и геофизика. – 2021. – Т. 62. – № 8. – С. 1132–1152. DOI: 10.15372/GIG2021131.
11. *Фортунатова Н.К., Зайцева Е.Л., Бушуева М.А. и др.* Стратиграфия верхнего девона Волго-Уральского субрегиона (материалы по актуализации стратиграфических схем). – М.: ВНИГНИ, 2016. – 176 с.
12. *Фортунатова Н.К., Зайцева Е.Л., Кононова Л.И., Баранова А.В., Бушуева М.А., Михеева А.И., Афанасьева М.С., Обуховская Т.Г.* Литолого-фациальная и биостратиграфическая характеристика верхнедевонских отложений опорной скважины 1 Мелекесская (Мелекесская впадина, Волго-Уральская область) // Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел геологический. – 2018. – Т. 93. – Вып. 5–6. – С. 3–49.
13. *Фортунатова Н.К., Швец-Тэнэнта-Гурий А.Г., Бушуева М.А., Канев А.С., Лучина С.А., Авдеева А.А., Володина А.Г., Холмянская Н.Ю.* Методика прогноза структурно-литологических и литологических ловушек нефти и газа в верхнедевон-турнейском и нижнепермском карбонатных нефтегазоносных комплексах востока Волго-Уральской НГП // Геология нефти и газа. – 2019. – № 3. – С. 23–38. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-3-23-38.
14. *Mutti E.* Turbidite sandstones. – Milan: San Donato Milanese, 1992. – P. 275. 15. *Фортунатова Н.К.* Перспективы прогноза, поисков и освоения месторождений углеводородов в отложениях карбонатных конусов выноса. – Екатеринбург: Из-во Горного университета, 2007. – Вып. 1 (17). – С. 46–54.
15. *Фортунатова Н.К.* Перспективы прогноза, поисков и освоения месторождений углеводородов в отложениях карбонатных конусов выноса. – Екатеринбург: Из-во Горного университета, 2007. – Вып. 1 (17). – С. 46–54.
16. *Фортунатова Н.К.* Седиментационные модели карбонатных конусов выноса — новых нефтегазопромысловых объектов // Геология нефти и газа. – 2007. – № 2. – С. 59–66.

References

1. *Grachevskii M.M.* Osobennosti stroeniya i formirovaniya Kamsko-Kinel'skoi vpadiny v Kuibyshevskom Zavolzh'e i Tatarii [Structural features and character of Kamsky-Kinelsky depression formation in Kuibyshevsky Transvolga Region and Tataria]. *Doklady AN SSSR*. 1959;114(5):1311–1314. In Russ.
2. *Mkrtychyan O.M.* Zakonomernosti razmeshcheniya strukturnykh form na vostoке Russkoi platformy [Common factors of structural forms occurrence in the eastern Russian Platform]. Moscow: Nauka; 1980. 134 p. In Russ.
3. *Mkrtychyan O.M.* Paleostrukturnyi analiz rannikh etapov formirovaniya paleozoiskogo chekhla Volgo-Ural'skoi oblasti [Paleostructural analysis of early stages of Palaeozoic sedimentary cover formation in Volga-Urals region]. In: *Geostrukturnyi analiz Volgo-Ural'skoi neftegazonosnoi oblasti*. Moscow: Nauka; 1977. pp. 30–45. In Russ.
4. *Khachatryan R.O., Gromeka V.I.* Morfoloicheskie tipy lokal'nykh podnyatii i ikh prostranstvennoe razmeshchenie v Kamsko-Kinel'skikh progibakh [Morphological types of local uplifts and their spatial location in Kamsky-Kinelsky troughs]. In: *Tektonicheskoe razvitie i sovremennaya struktura neftegazonosnykh oblastei Vostochno-Evropеiskoi platformy*. Moscow: Nauka; 1965. 333 p. In Russ.

5. Khat'yanov F.I., Ivanova Z.S., Shalaginova F.P. O vostochnom prodolzhenii fatsial'nykh depressii Kamsko-Kinel'skoi sistemy [Eastern extension of facies depressions in Kamsky-Kinelsky system]. *Geologiya nefiti i gaza*. 1968;(8):11–16. In Russ.
6. Provorov V.M., Fedorchuk Z.A., Burykina A.E. O poiskakh devonskikh struktur pod rifogenno-karbonatnymi massivami v Kamsko-Kinel'skoi sisteme vpadin [Prospecting for Devonian structures below reef-carbonate massifs in Kamsky-Kinelsky paleodepression system]. In: Trudy VNIGNI. Perm'; 1973. Issue 123. pp. 94–100. In Russ.
7. Voitovich E.D. Tektonika osadochnogo chekhla. Kamsko-Kinel'skaya sistema progibov [Tectonics of sedimentary cover. Kamsky-Kinelsky paleotrough system]. In: Geologiya Tatarstana. Stratigrafiya i tektonika. Moscow : GEOS; 2003. pp. 330–331. In Russ.
8. Mirchink M.F., Mkrtychyan O.M., Trokhova A.A. Paleotektonicheskie i paleogeomorfologicheskie osobennosti domanikovogo basseina Volgo-Ural'skoi oblasti [Paleotectonic and paleogeomorphological features of Domanik basin in Volga-Urals region]. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geologicheskaya*. 1975;(12):9–18. In Russ.
9. Varlamov A.I., Petersilye V.I., Poroskun V.I., Fortunatova N.K., Komar N.V., Shvets-Teneta-Guriy A.G. Technique of oil reserves estimation in domanik deposits. *Geologiya nefiti i gaza*. 2017;(5):51–65. In Russ.
10. Fortunatova N.K., Varlamov A.I., Kanev A.S., Poroskun V.I., Baranova A.V., Bushueva M.A. Structure and assessment of the oil potential of carbonaceous carbonate-siliceous domanik deposits in the Volga-Ural oil and gas province. *Russian Geology and Geophysics*. 2021;62(8): 929–946. DOI: 10.2113/RGG20214351.
11. Fortunatova N.K., Zaitseva E.L., Bushueva M.A. et al. Stratigrafiya verkhnego devona Volgo-Ural'skogo subregiona (materialy po aktualizatsii stratigraficheskikh skhem) [Devonian stratigraphy of Volga-Ural subregion (stratigraphical sectional planes update materials)]. Moscow: VNIGNI; 2016. 176 p. In Russ.
12. Fortunatova N.K., Zaitseva E.L., Kononova L.I., Baranova A.V., Bushueva M.A., Mikheeva A.I., Afanas'eva M.S., Obukhovskaya T.G. Litologo-fatsial'naya i biostratigraficheskaya kharakteristika verkhnedevonskikh otlozhenii opornoj skvazhiny 1 Melekesskaya (Melekesskaya vpadina, Volgo-Ural'skaya oblast') [Lithofacies and biostratigraphy characteristics of Upper Devonian rocks taken from 1 Melekesskaya key well (Melekesskaya depression, Volga-Urals region)]. *Byulleten' moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel geologicheskii*. 2018;93(5–6):3–49. In Russ.
13. Fortunatova N.K., Shvets-Teneta-Gurii A.G., Bushueva M.A., Kanev A.S., Luchina S.A., Avdeeva A.A., Volodina A.G., Kholmyanskaya N.Yu. Methodology of lithologically screened and lithological oil and gas traps prediction in Upper Devonian-Tournaisian and Lower Permian carbonate plays of eastern Volga-Urals Petroleum Province. *Geologiya nefiti i gaza*. 2019;(3):23–38. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-3-23-38. In Russ.
14. Mutti E. Turbidite sandstones. Milan : San Donato Milanese; 1992. P. 275.
15. Fortunatova N.K. Perspektivy prognoza, poiskov i osvoeniya mestorozhdenii uglevodorodov v otlozheniyakh karbonatnykh konusov vynosa [Prospects for prediction, exploration, and development of hydrocarbon fields in deposits of carbonate fans]. Ekaterinburg: Izdatelstvo Gornogo universiteta; 2007. Issue 1 (17). pp. 46–54. In Russ.
16. Fortunatova N.K. Sedimentation models of carbonate alluvial fans — new oil and gas exploration objects. *Geologiya nefiti i gaza*. 2007;(2):59–66. In Russ.

Информация об авторах

Фортулатова Наталья Константиновна

Доктор геолого-минералогических наук,
заместитель генерального директора
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: fortunatova@vnigni.ru
SCOPUS ID: 16068336000
ORCID ID: 0000-0001-7948-4842

Бушueva Марина Александровна

Заведующий сектором
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: bushueva@vnigni.ru

Канев Александр Сергеевич

Заведующий сектором
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: alexandr_kanev@bk.ru
SCOPUS ID: 57265029900

Information about authors

Natalya K. Fortunatova

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
Deputy Director General
All-Russian Research
Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: fortunatova@vnigni.ru
SCOPUS ID: 16068336000
ORCID ID: 0000-0001-7948-4842

Marina A. Bushueva

Head of Sector
All-Russian Research
Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: bushueva@vnigni.ru

Aleksandr S. Kanev

Head of Sector
All-Russian Research
Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: alexandr_kanev@bk.ru
SCOPUS ID: 57265029900

Белоусов Григорий Александрович

Кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: belousov@vnigni.ru

Баранова Анна Викторовна

Руководитель группы
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: baranova@vnigni.ru

Холмянская Наталия Юрьевна

Старший научный сотрудник
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: natahol@vnigni.ru

Grigorii A. Belousov

Candidate of Technical Sciences,
Leading Researcher
All-Russian Research
Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: belousov@vnigni.ru

Anna V. Baranova

Head of Group
All-Russian Research
Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: baranova@vnigni.ru

Nataliya Yu. Kholmyanskaya

Senior Researcher
All-Russian Research
Geological Oil Institute,
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: natahol@vnigni.ru



Программа конференции:

- Пленарная сессия
- 25 технических сессий
- 5 круглых столов
- 2 часа с экспертом
- Специальная сессия



Регистрация открыта!

РОССИЙСКАЯ
ОТРАСЛЕВАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
(РОЭК)

3-5 октября 2023
ЦМТ, Москва

www.geomodel.ru/roek

на правах рекламы