

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ В ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

И.А. Козлова, М.А. Шадрина

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

Рассматриваются верхнепротерозойские отложения как потенциальные нефтегазопроизводящие толщи. Среди этих отложений выделяются толщи калтасинской свиты и вендского комплекса, обладающие максимальным генерационным потенциалом. Для оценки возможности генерации отложений калтасинской свиты были проанализированы геологические (мощность свиты), химико-битуминологические (процентное содержание органического углерода ($C_{орг}$, %), концентрации хлороформенных битумоидов (B_{chl} , %) в рассеянном органическом веществе (РОВ), величины битумоидного коэффициента (β , %), нерастворимый остаток после обработки породы соляной кислотой NO , %) и пиролитические (начальный нефтяной потенциал породы (S_1 , мг/г), остаточный нефтяной потенциал породы (S_2 , мг/г), общий нефтяной потенциал породы ($S_1 + S_2$, мг/г), отношение реализованного генерационного потенциала к остаточному (S_1/S_2 , д.ед.), температура максимального выхода УВ в процессе пиролиза керогена – T_{max} , °C) показатели. С помощью методов математической статистики изучен характер распределения параметров по площади и по разрезу на территории Пермского края и выполнено районирование калтасинской свиты по степени интенсивности нефтегазообразования.

Ключевые слова: верхнепротерозойские отложения, калтасинская свита, нефтегазоматеринский потенциал, химико-битуминологические и пиролитические показатели, перспективные зоны, районирование территории по интенсивности нефтегазообразования.

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF OIL AND GAS IN THE UPPER PROTEROZOIC POSSIBILITY SEDIMENTS IN THE PERM REGION

I.A. Kozlova, M.A. Shadrina

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

In the article the upper proterozoic sediments are considered as potential oil and gas generating column. Highlighted column kaltasinsky suite and vendian complex have the maximum of generation capacity. To assess the possibility of generating deposits kaltasinsky entourage were analyzed geological (power suite), chemical-bituminous (percentage of organic carbon (C_{org} , %), the concentration of chloroform bitumen (B_{chl} , %) in the dispersed organic matter (ROV), the values of the coefficient of bitumens (β , %), insoluble residue after treatment with hydrochloric acid rock NO , %) and pyrolysis data (initial oil potential species (S_1 , mg/g), residual oil potential species (S_2 , mg / g), total oil potential species ($S_1 + S_2$, mg/g), the ratio of the generation capacity sold to the residual (S_1/S_2 , d.ed.), temperature of maximum yield of hydrocarbons in the pyrolysis of kerogen – T_{max} , °C). Using statistical techniques the distribution of the parameters on the area and the section in the Perm region were studied and zoning of Kaltasinsky area was performed by intensity of petroleum.

Keywords: upper proterozoic sediments, kaltasinsky entourage, oil and gas generating potential, chemical-bituminous and pyrolytic figures, promising zones, zoning by the intensity of petroleum potential.

В настоящее время на территории Пермского края более 700 скважин вскрыли верхнепротерозойские – рифей-вендские отложения. Эти толщи существенно различаются между собой по степени изученности. Так, вендские, залегающие на доступных глубинах, изучены полнее, а рифейские, из-за значительных глубин залегания и мощности, исследованы не повсеместно и крайне не равномерно. На территории Пермского края три скважины имеют глубину более 4 км (Бедряжская 203, Ножовская 92, Очерская 14), но ни одна из них не вскрыла полностью рифейские отложения. Самая глубокая скважина Бедряжская 203 с забоем 4458 м остановлена в верхней части нижнего рифея.

По данным геолого-геофизических исследований, в составе верхнедокембрийских отложений выделяется два самостоятельных структурных этажа: *рифейский*, сформированный в авлакогенный этап развития, и *вендский*, сформированный в начальную (синеклизную) стадию платформенного этапа на востоке Русской платформы [1]. Рифейские отложения приурочены к системе впадин в рельефе фундамента. По результатам сейсморазведки и бурения большого количества скважин, границы распространения рифейских толщ прослеживаются вдоль западной и северной границ Камской части Камско-Бельского прогиба. На востоке происходит постепенное поднятие и выклинивание рифейских пород (Осинцевско-Красноуфимский выступ). В рифейском структурном этаже достаточно четко выделяются нижнерифейский и средневерхнерифейский ярусы [2–5]. Пространственное развитие нижнерифейских отложений на территории Пермского края связано с Камской впадиной Камско-Бельского прогиба. В стратиграфической схеме рифея Волго-Уральской области [6] нижнерифейские отложения объединены в две серии: карачевскую и кырпинскую. На изучаемой территории отложения карачевской серии отсут-

ствуют или развиты в наиболее глубоких частях Калтасинского авлакогена на юго-западе края. Кырпинская серия включает сарапульскую свиту, прикамскую и орьбашскую подсерии. Сарапульская свита на территории Пермского края не вскрыта. Судя по глубине залегания фундамента (до 10–11 км), отложения свиты могут быть встречены в юго-западной части (Шумовская и другие площади).

Самое древнее подразделение кырпинской серии – прикамская подсерия – на данной территории, по геологическим данным, прослеживается в пределах северной и западной части Камско-Бельского прогиба и представлены толщей красноцветных неотсортированных песчаников, гравелитов, алевролитов полевошпатово-кварцевого состава мощностью от нескольких десятков до нескольких сотен метров.

Орьбашская подсерия на данной территории включает калтасинскую и надеждинскую свиты. Калтасинская свита в современном понимании состоит из двух карбонатных толщ и разделяющей их терригенно-карбонатной (преимущественно терригенной) толщи. Снизу вверх выделяются подсвиты: саузовская, арланская и ашитская. Саузовская подсвита сложена преимущественно доломитами и известняками с прослоями аргиллитов и мергелей (мощность подсвиты 837 м). Арланская подсвита сложена преимущественно доломитами с подчиненными прослоями доломитовых мергелей. Полный разрез арланской подсвиты вскрыт скв. 203 Бедряжская (инт. 3390–4390 м), в составе 5 толщ [7]. Мощность арланской подсвиты до 1040 м. Ашитская подсвита (Бедряжские, Дороховская, Ишимовская, Ножовская, Черновская, Шумовская, Кустовская и др.) подразделяется на две толщи: мергельно-известняковую (нижнюю) и доломитовую (верхнюю). Общая мощность ашитской подсвиты 1050 м. В некоторых разрезах установлено, что породы калтасинской свиты прорваны пластовыми интрузиями

габбро-диабазов (Кирилловские скважины). Надеждинская свита, завершающая разрез нижнего рифея, имеет ограниченную площадь развития на исследуемой территории и представлена песчаниками, алевролитами, аргиллитами.

В Пермском крае средневерхнерифейские отложения распространены в основном на юге и частично на северо-востоке. Суммарная мощность отложений, установленная скважинами, колеблется от нескольких десятков метров до 1500–2000 м на севере территории, преимущественно за счет верхнерифейских отложений. Среднерифейские отложения на территории Пермского края имеют ограниченное распространение и развиты в виде изолированных останцов в Орьбаш-Чернушинской тектонической зоне [8–11]. Представлены терригенными отложениями гожанской (тукаевской) свиты [6].

Верхнерифейские отложения развиты только в северо-восточной части Пермского края (северная часть Соликамской впадины, Колвинская седловина, южная часть Верхнепечорской впадины). Здесь, согласно стратиграфической схеме верхнего рифея Урала [1], снизу вверх выделяются: рассольнинская, деминская, низьвенская свиты. Все верхнерифейские отложения этого района дислоцированы. Мощность верхнерифейских отложений более 2000 м.

Отложения вендского структурного этажа плащеобразно перекрывают породы рифейского комплекса и кристаллического фундамента с угловым и стратиграфическим несогласием, образуя пологие изометричные структуры, незначительно осложненные разрывными нарушениями. Структурный план по кровле венда ближе к палеозойскому плану, чем к рифейскому. Территория Пермского края входит в состав Верхнекамской впадины и части Сарапульско-Красноуфимской седловины, где верхневендские отложения имеют повсеместное распространение, за исключением небольших участков, приуроченных к локальным подня-

тиям на юго-западе (пограничные районы Пермского края и Башкортостана). Наибольшей мощностью – более 500 м (до 1500–2000 км) – верхневендских отложений характеризуются центральные и северо-восточные наиболее погруженные районы Верхнекамской впадины [12].

Породы РОВ рифейских и вендских отложений были изучены в работах Т.В. Карасевой, С.Е. Башковой, В.И. Галкиной, И.А. Козловой [13–15]. На основе выполненных ранее исследований геохимических и битуминологических показателей РОВ пород рифей-вендского возраста можно заключить, что основной нефтегазоматеринской свитой в рифей-вендских отложениях является калтасинская свита нижнерифейского возраста [16, 17]. Данная толща будет изучена в настоящем исследовании более подробно.

Для установления закономерностей распределения рассеянного органического вещества в калтасинских отложениях по разрезу и по площади с помощью методов математической статистики [18] были проанализированы следующие показатели: процентное содержание органического углерода ($C_{орг}$, %) в породе, концентрации хлороформенных битумоидов ($B_{хл}$, %) в РОВ, величины битумоидного коэффициента (β , %) по 400 определениям на шести скважинах. Кроме этих параметров, для анализа были использованы параметры S_1 и S_2 , характеризующие нефтегенерационный потенциал РОВ пород по пиролитическому методу исследования органического вещества (Rock-Eval) [19]. Данный метод позволяет получить массив геохимической информации о содержании $C_{орг}$, типе, степени катагенетического преобразования ОВ, идентифицировать нефтематеринские породы и т.п. Показатель S_1 характеризует начальный нефтяной потенциал породы, определяемый по количеству максимального выхода из породы жидких УВ (битумоидов) при ее нагреве до 300 °С. Этот показатель в геохимическом смысле ана-

логичен содержанию в породе битумоида или микронепти (мгУВ/г породы). Показатель S_2 (мг/г) характеризует остаточный нефтяной потенциал породы, определяемый по потенциальному выходу нефтяных УВ при термическом разложении РОВ при нагреве пород до температур 600–800 °С. $S_1 + S_2$, мг/г – величина, характеризующая общий нефтяной потенциал породы. S_1/S_2 , д.ед. – отношение реализованного генерационного потенциала к остаточному. Температура максимального выхода УВ в процессе пиролиза керогена – T_{max} , °С; НО, %, – нерастворимый остаток после обработки породы соляной кислотой.

В таблице приведены основные показатели геолого-геохимических и пиролитических параметров, характеризующих калтасинскую свиту нижнерифейских отложений.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что толща пород калтасинской свиты характеризуется невысоким содержанием органического углерода ($C_{орг}$). Так, средние значения для толщи достигают 0,15 %,

Статистические показатели геолого-геохимических и пиролитических параметров калтасинской свиты

Геохимический показатель	Калтасинская свита
$C_{орг}$, %	$0,149 \pm 0,154$ 0,010–0,940
$B_{хл}$, %	$0,035 \pm 0,050$ 0,000–0,625
β , %	$29,692 \pm 30,635$ 0,000–100
S_1 , мг/г	$0,051 \pm 0,066$ 0,000–0,330
S_2 , мг/г	$0,135 \pm 0,197$ 0,010–1,160
НО, %	$31,630 \pm 27,437$ 1,070–91,900
T_{max} , °С	$453,474 \pm 34,974$ 294–510
S_1/S_2	$0,502 \pm 0,452$ 0,000–3,000
$S_1 + S_2$, мг/г	$0,186 \pm 0,259$ 0,010–1,490

Примечание. В числителе указаны среднее значение параметра и стандартное отклонение; в знаменателе – размах значений.

что характеризует ее как достаточно бедную [20]. Наиболее высоким содержанием $C_{орг}$ отличаются аргиллиты, глинистые известняки и доломиты (до 0,13–0,52 %). На рис. 1 приведена гистограмма распределения параметра $C_{орг}$, показывающая, что подавляющее большинство скважин характеризуется содержанием органического углерода до кларковых значений (до 0,5 % – линия кларка), что характеризует толщу как бедную в отношении нефтегазоматеринского потенциала.

Кларковые значения концентрации хлороформенных битумоидов составляют от 0,02–0,04 %. Распределение данного

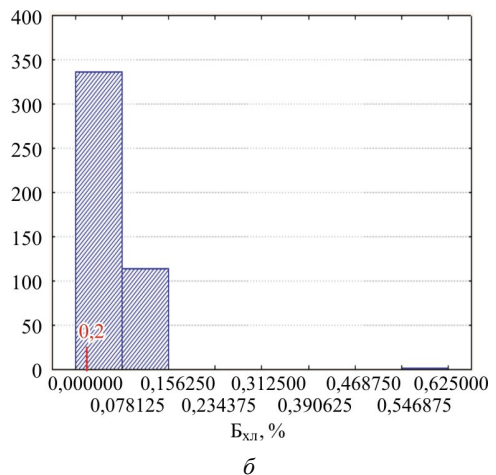
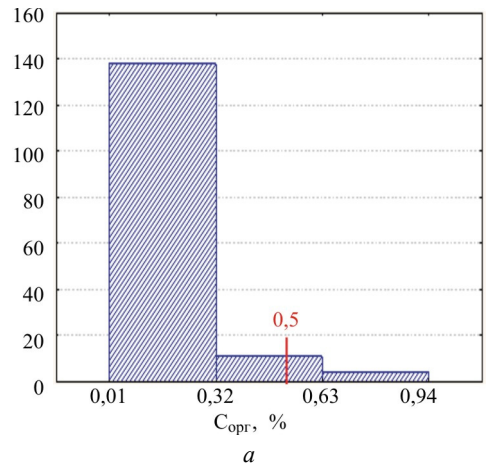


Рис. 1. Гистограммы распределения параметров $C_{орг}$ (а) и $B_{хл}$ (б), %

параметра приведено на рис. 1. Значения параметра до 0,005 (пониженное содержание) характеризуют сингенетичность этих битумоидов и генерационную способность толщи. Содержание в РОВ $B_{\text{хл}}$ больше 0,1 % говорит о наличии нефтяных битумоидов, как правило аллохтонного характера.

Параметр битуминозности калтасинской свиты (β) в представленных образцах имеет сложный характер распределения (рис. 2).

Толщи, подобные калтасинской свите, являются относительно слабонефтегенерирующими. Содержание битумоидного коэффициента до 16 % свидетельствует о присутствии в толще сингенетичных битумоидов (с примесью миграционных), а при больших значениях β – эпигенетичных. Степень битуминозности калтасинских отложений в некоторых разрезах скважин достигает 100 % (Черновская, Северокамская площади).

По величине нерастворимого остатка соляной кислотой (НО) можно судить о величине глинистой составляющей пород калтасинской свиты. Среднее значение для отложений составляет 32 % и достигает 92 % (см. рис. 2).

Отложения калтасинской свиты характеризуются пониженными значениями пиролитического показателя S_1 и более высокими значениями показателя S_2 (рис. 3). Общий нефтяной потенциал пород описывается суммарным показателем $S_1 + S_2$ (рис. 4). Для толщи эти значения являются пониженными, среднее значение составляет 0,18 мг/г, но в целом в разрезе отмечаются повышенные значения для отложений калтасинской свиты на отдельных площадях до 1,49 мг/г. Относительный параметр S_1/S_2 (см. рис. 4) характеризует долю преобразованного РОВ в УВ. Калтасинские отложения наиболее полно смогли реализовать свой нефтематеринский потенциал при повышенных концентрациях РОВ и битуминозности.

Параметр T_{max} показывает температуру максимального выхода УВ в процессе пиролиза или, иначе, тип и степень зрелости сингенетичного РОВ. Среднее значение параметра для калтасинской толщи составляет 453 °С, максимальное значение T_{max} для этих отложений составляет 510 °С. Такие значения характеризуют катагенно-зрелую породу с полностью реализованным генерационным потен-

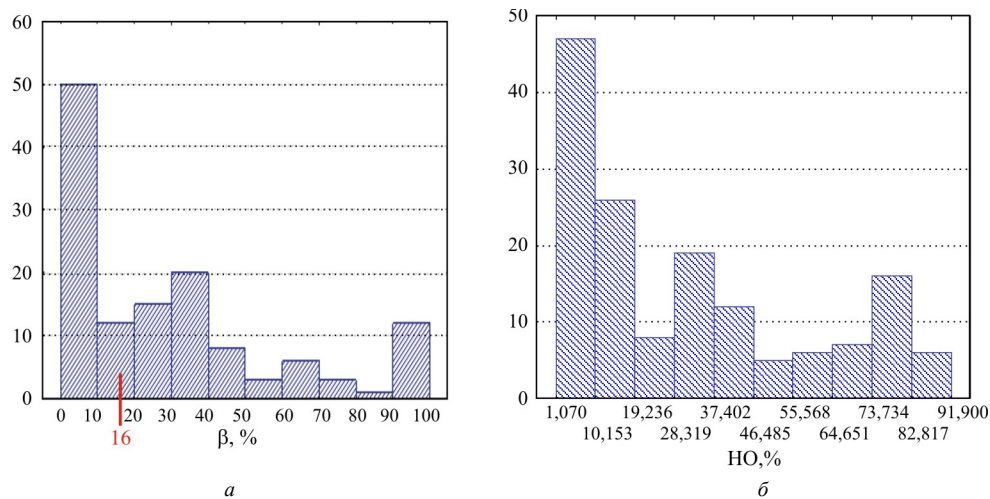


Рис. 2. Гистограммы распределения параметров β , % (а) и НО, % (б)

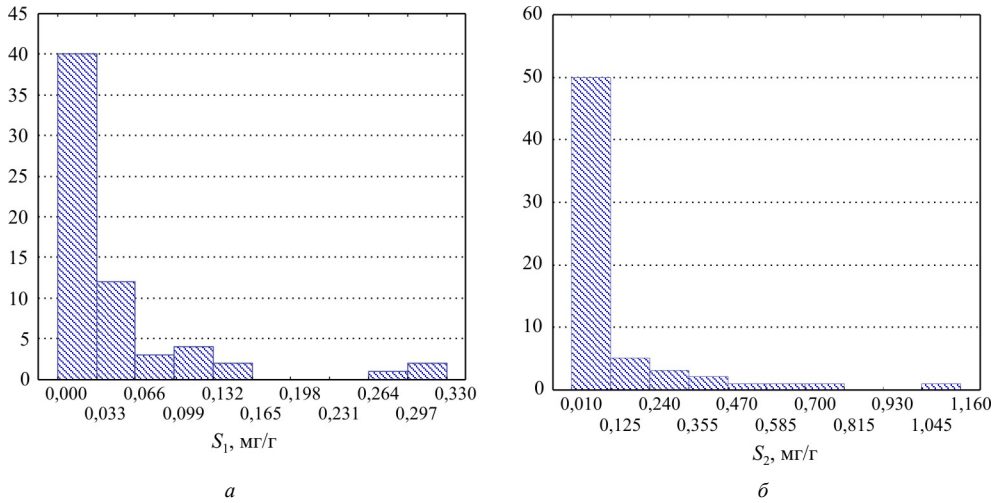


Рис. 3. Гистограммы распределений параметров S_1 (а) и S_2 (б), мг/г

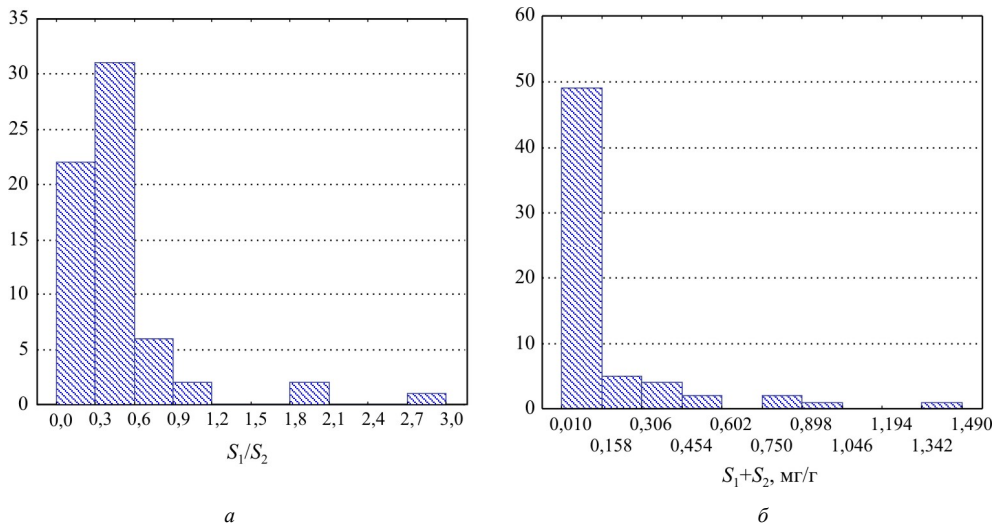


Рис. 4. Гистограммы распределения параметров S_1/S_2 (а) и $S_1 + S_2$ (б), мг/г

циалом. Распределение данного параметра приведено на рис. 5.

Таким образом, проведенный анализ геолого-геохимических и битуминологических показателей позволяет сделать вывод о том, что калтасинская свита обладает промышленным потенциалом генерации УВ.

Кроме этих параметров, в работах С.Е. Башковой, Т.В. Карасевой [21] было показано, что мощность калтасинской

свиты является определяющим специфическим критерием ее нефтегазоносности. Поэтому следующим этапом исследования было изучение распределения мощности калтасинской свиты на территории Пермского края (рис. 6).

Наибольшее распространение калтасинская свита нижнего рифея имеет на юге, юго-западе Пермского края. Мощность возрастает от г. Перми на юг и достигает значений толщи до 5 км. Большие

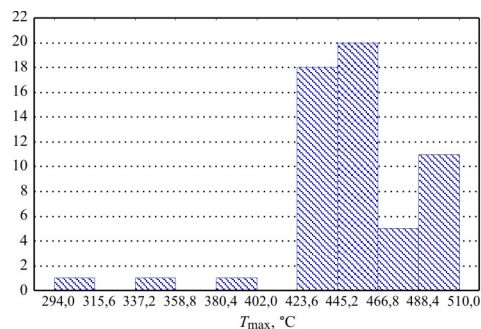


Рис. 5. Гистограмма распределения параметра $T_{max}, ^\circ C$

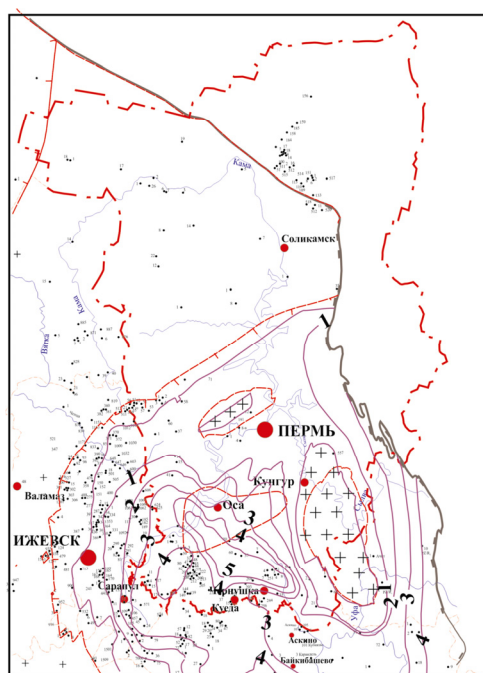


Рис. 6. Карта толщин калтасинской свиты Пермского края (по данным Т.В. Белокопы и др.)

толщины свиты выявлены на Осинском и Куединском валах, Батырбайском, Андреевском и Татышлинском выступах, Дубовогорской террасе и Капканской зоне поднятий. Самые мощные разрезы калтасинской свиты прослеживаются на Башкирском своде.

Для комплексного учета всех рассмотренных геолого-геохимических и пироли-

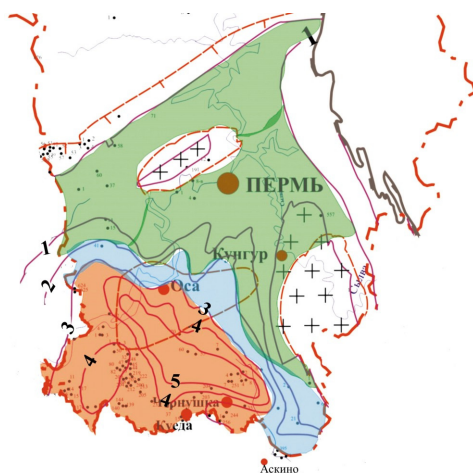


Рис. 7. Схема районирования калтасинской свиты Пермского края по степени интенсивности нефтегазообразования (красным показана высокая степень, зеленым – средняя, синим – низкая)

тических показателей, а также параметра мощности построим интегрирующую схему. В схеме будут учтены: мощность – как специфический критерий нефтегазоматеринской толщи; $C_{орг}$ – как показатель производительности толщи и параметр $S_1 + S_2$, показывающий полный нефтяной потенциал калтасинской свиты (рис. 7).

В результате проведенного районирования установлены зоны с относительно высокой интенсивностью нефтегазогенерации – юг Пермского края (мощность калтасинской свиты 3–5 км, содержание $C_{орг}$ до 0,94 %, параметр $S_1 + S_2$ до 1,49 мг/г). Средняя – в центральной части (с изменением мощности от 1 до 3 км, $C_{орг}$ от 0,29–0,32 %, $S_1 + S_2$ до 0,42 мг/г). Зона с низкой интенсивностью простирается с юга-запада на юго-восток (мощность 2–3 км, $C_{орг}$ до 0,21 %, $S_1 + S_2$ до 0,23 мг/г).

Полученные результаты в дальнейшем позволят ориентировать направление поисково-оценочных работ на новый перспективный нефтегазоносный комплекс.

Список литературы

1. Стратиграфия верхнего протерозоя СССР (рифей и венд) / С.Г. Морозова, Л.Д. Ожиганова, М.М. Балашова, Т.В. Иванова // Общие вопросы расчленения докембрия СССР: тез. докл. II Всесоюз. сов. – Уфа, 1990. – 91 с.
2. Кривошеков С.Н. Зональный прогноз нефтегазоносности ловушек, связанных с каналами вторичной миграции углеводородов вероятностно-статистическими методами (для территории Пермского края) // Вестник Пермского государственного технического университета. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело. – 2010. – № 5. – С. 6–10.
3. Волкова А.С., Кривошеков С.Н. Выбор приоритетных направлений развития ресурсной базы углеводородов Соликамской депрессии с применением вероятностно-статистических методов // Вестник Пермского государственного технического университета. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело. – 2010. – № 5. – С. 23–30.
4. Севонькаева К.С., Кривошеков С.Н. Геологическое строение и нефтеносность турнейских отложений Ножовского выступа с позиции трехслойного строения природных резервуаров // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2011. – № 1. – С. 34–46.
5. Миронов В.В., Козлова И.А. Особенности геологического строения и условий разработки силурийских залежей Верхневозейского месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 2. – С. 7–12.
6. Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области: объяс. записка. – Уфа: Изд-во МСК РФ, 2000. – 81 с.
7. Белоконь Т.В., Горбачев В.И., Балашова М.М. Строение и нефтегазоносность рифейско-вендских отложений востока Русской платформы. – Пермь: Звезда, 2001. – 108 с.
8. Варушкин С.В., Козлова И.А. Возможность проведения поисково-оценочных работ на объектах, расположенных под толщей калийно-магневых солей Верхнекамского месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 3. – С. 8–15.
9. Шадрин М.А., Козлова И.А. Обоснование применения циклического заводнения башкирской залежи Сухобизярского поднятия Баклановского месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 3. – С. 39–44.
10. Мелкишев О.А., Кривошеков С.Н. Стохастическая оценка прогнозных ресурсов нефти на поисково-оценочном этапе геолого-разведочных работ // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 4. – С. 33–41.
11. Лузина Д.В., Кривошеков С.Н. Анализ фациальных зон и коллекторских свойств турнейско-фаменских рифогенных построек Соликамской депрессии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 5. – С. 7–15.
12. Шаронов Л.В. Формирование нефтяных и газовых месторождений северной части Волго-Уральского бассейна. – Пермь: КФ ВНИГНИ, 1971. – 291 с.
13. Комплексная оценка ресурсов углеводородов рифей-вендского перспективного комплекса Пермского края / Т.В. Карасева, С.Е. Башкова, В.И. Галкин, И.А. Козлова // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 3.
14. Вероятностная оценка перспектив нефтегазоносности глубокопогруженных отложений на территории Пермского края / В.И. Галкин, И.А. Козлова, Т.В. Карасева, С.Е. Башкова // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 5.
15. Додоновские отложения Пермского Прикамья как одно из перспективных направлений геолого-разведочных работ / Т.В. Белоконь, В.И. Галкин, И.А. Козлова, С.Е. Башкова // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2005. – № 9–10.
16. Родионова К.Ф., Максимов С.П. Геохимия органического вещества и нефтематеринские породы фанерозоя. – М.: Недра, 1981. – 367 с.
17. Шадрин М.А., Кочнева О.Е. Нетрадиционные коллекторы на примере Баженовской свиты в Западной Сибири // Научные исследования и инновации. – 2011. – Т. 5, № 1. – С. 31–33.
18. Дэвис Дж. Статистика и анализ геологических данных. – М.: Мир, 1977. – 572 с.

19. Коблова А.З. Проведение лабораторных геолого-геохимических работ по изучению шлама, пород и флюидов скв. 204 Бедряжской площади: отчет КамНИИКИГС по договору 4826850/204. – Пермь, 1991. – 222 с.

20. Ларская Е.С. Диагностика и методы изучения нефтематеринских толщ. – М.: Недра, 1983. – 200 с.

21. Башкова С.Е. Комплексный анализ критериев и показателей прогноза нефтегазонасности рифей-вендских отложений Волго-Уральской нефтегазонасной провинции: автореф. ... дис. канд. геол.-мин. наук. – Пермь, 2009. – 21 с.

References

1. Morozov S.G., Ozhiganova L.D., Balashova M.M., Ivanova T.V. Stratigrafiia verkhnego proterozoiia SSSR (rifei i vend) [The stratigraphy of the Upper Proterozoic of the USSR (Riphean and Vendian)]. *Tezisy dokladov II Vsesoiuznogo soveta "Obshchie voprosy raschleneniia dokembriia SSSR"*. Ufa, 1990, 91 p.

2. Krivoshchekov S.N. Zonal'nyi prognoz neftegazonosnosti lovushek, sviazannykh s kanalami vtorichnoi migratsii uglevodorodov veroiatnostno-statisticheskimi metodami (dlia territorii Permskogo kraia) [Zone forecast of traps petroleum potential associated with the secondary hydrocarbon migration channel using probabilistic and statistical methods (for the territory of Perm Krai)]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Geologiya, geoinformatsionnye sistemy, gorno-neftianoe delo*, 2010, no. 5, pp. 6–10.

3. Volkova A.S., Krivoshchekov S.N. Vybor prioritnykh napravlenii razvitiia resursnoi bazy uglevodorodov Solikamskoi depressii s primeneniem veroiatnostno-statisticheskikh metodov [Selection of hydrocarbon resource base priorities of Solikamskaya depression using probabilistic and statistical methods]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Geologiya, geoinformatsionnye sistemy, gorno-neftianoe delo*, 2010, no. 5, pp. 23–30.

4. Sevonkaeva K.S., Krivoshchekov S.N. Geologicheskoe stroenie i neftenosnost' turneiskikh otlozhenii Nozhovskogo vystupa s pozitsii trekhsloninogo stroeniia prirodnykh rezervuarov [Geological setting and prospectivity of the tournaisian deposits in case of transper semi-permeable layer between reservoir and seal at the Nozhovskij structural nose]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2011, no. 1, pp. 34–46.

5. Mironov V.V., Kozlova I.A. Osobennosti geologicheskogo stroeniia i uslovii razrabotki siluriiskikh zalezhei Verkhnevozeiskogo mestorozhdeniia [Features of the geological structure and conditions of working out of silurian deposits of the Verkhnevozejsky deposit]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 2, pp. 7–12.

6. Stratigraficheskaya skhema rifeiskikh i vendskikh otlozhenii Volgo-Ural'skoi oblasti [Stratigraphic scheme Riphean and Vendian of the Volga-Ural Region]. Ufa: Izdatel'stvo MSK RF, 2000. 81 p.

7. Belokon' T.V., Gorbachev V.I., Balashova M.M. Stroenie i neftegazonosnost' rifeisko-vendskikh otlozhenii vostoka Russkoi platform [Structure and petroleum potential of the Riphean-Vendian deposits of the eastern Russian platform]. Perm: Zvezda, 2001. 108 p.

8. Varushkin S.V., Kozlova I.A. Vozmozhnost' provedeniia poiskovo-otsenochnykh rabot na ob"ektakh, raspolozhennykh pod tolshchei kaliino-magnevykh solei Verkhnekamskogo mestorozhdeniia [The ability of conduction prospecting-evaluation surveys at objects located under a layer of potassium and magnesium salts the Verkhnekamsky deposit]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 3, pp. 8–15.

9. Shadrina M.A., Kozlova I.A. Obosnovanie primeneniia tsiklicheskogo zavodneniia bashkirskoi zalezhi Sukhobizyarskogo podniatiia Baklanovskogo mestorozhdeniia [Rationale for cyclic waterflooding bashkir deposits Suhobizyarskogo lifting Baklanovskogo field]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 3, pp. 39–44.

10. Melkishev O.A., Krivoshchekov S.N. Stokhasticheskaya otsenka prognozykh resursov nefiti na poiskovo-otsenochnom etape geologo-razvedochnykh rabot [Stochastic evaluation of oil resources forecast on the stage of geological exploration work]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 4, pp. 33–41.

11. Luzina D.V., Krivoshchekov S.N. Analiz fatsial'nykh zon i kollektorskikh svoystv turneisko-famenskikh rifogenykh postroek Solikamskoi depressii [Analysis of facial zones and collecting properties tournaisian-famennian reef buildings of Solikamskaya depression]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 5, pp. 7–15.

12. Sharonov L.V. Formirovanie nef'tianykh i gazovykh mestorozhdenii severnoi chasti Volgo-Ural'skogo basseina [Formation of oil and gas fields north of the Volga-Urals Basin]. Perm: Geologorazvedochnyi institut, 1971. 291 p.
13. Karaseva T.V., Bashkova S.E., Galkin V.I., Kozlova I.A. Kompleksnaia otsenka resursov uglevodorodov rifei-vend'skogo perspektivnogo kompleksa Permskogo kraia [Oil presence integration of the perspective rifei-vend'skiy complex of the Perm region]. *Neftianoe khoziaistvo*, 2011, no. 3, pp. 93–95.
14. Galkin V.I., Kozlova I.A., Karaseva T.V., Bashkova S.E. Veroiatnostnaia otsenka perspektiv neftegazonosnosti glubokopogruzhenykh otlozhenii na territorii Permskogo kraia [Probabilistic assessment of oil and gas occurrence prospects in deep-sunk deposits in Perm region]. *Neftianoe khoziaistvo*, 2011, no. 5, pp. 60–63.
15. Belokon' T.V., Galkin V.I., Kozlova I.A., Bashkova S.E. Dodevonskie otlozheniia Permskogo Prizam'ia kak odno iz perspektivnykh napravlenii geologo-razvedochnykh rabot [Pre-Devonian sediments Perm Perm as one of the promising areas of exploration activities]. *Geologiya, geofizika i razrabotka nef'tianykh i gazovykh mestorozhdenii*, 2005, no. 9–10, pp. 24–28
16. Rodionova K.F., Maksimov S.P. Geokhimiia organicheskogo veshchestva i neftematerinskii porody fanerozoia [Geochemistry of organic matter and the source rock Phanerozoic]. Moscow: Nedra, 1981. 367 p.
17. Shadrina M.A., Kochneva O.E. Netraditsionnye kollektory na primere Bazhenovskoi svity v Zapadnoi Sibiri [Unconventional reservoirs on the example of the Bazhenov Formation in West Siberia]. *Naunye issledovaniia i innovatsii*, 2011, vol. 5, no. 1, pp. 31–33.
18. Devis Dzh. Statistika i analiz geologicheskikh dannykh [Statistics and analysis of geological data]. Moscow: Mir, 1977. 572 p.
19. Koblova A.Z. Provedenie laboratornykh geologo-geokhicheskikh rabot po izucheniiu shlama, porod i fluidov skvazhiny 204 Bedriazhskoi ploschadi: otchet Kamskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta kompleksnykh issledovaniy glubokikh i sverkhglubokikh skvazhin po dogovoru 4826850/204 [Laboratory-scale geological and geochemical studies of the sludge, rock and fluid wells. 204 Bedryazhskoy area. Report KamNIIKIGS contract 4826850/204]. Perm, 1991. 222 p.
20. Larskaia E.S. Diagnostika i metody izucheniia neftematerinskikh tolshch [Diagnosis and methods of studying oil source strata]. Moscow: Nedra, 1983. 200 p.
21. Bashkova S.E. Kompleksnyi analiz kriteriev i pokazatelei prognoza neftegazonosnosti rifei-vend'skikh otlozhenii Volgo-Ural'skoi neftegazonosnoi provintsii [A comprehensive analysis of the criteria and indicators of prognosis petroleum Riphean-Vendian deposits of the Volga-Ural oil and gas province]. Abstract of the thesis of the Ph.D. in Geological and Mineralogical Sciences. Perm, 2009. 21 p.

Об авторах

Козлова Инна Анатольевна (Пермь, Россия) – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии нефти и газа Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29; e-mail: ikozlova@pstu.ru).

Шадрина Марина Александровна (Пермь, Россия) – Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29; e-mail: shadrulja@mail.ru).

About the authors

Inna A. Kozlova (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Department of Geology of Oil and Gas, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29; e-mail: ikozlova@pstu.ru).

Marina A. Shadrina (Perm, Russian Federation) – Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29; e-mail: shadrulja@mail.ru).

Получено 28.08.2013