ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО НИЖНЕПЕРМСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРА ПРЕДУРАЛЬСКОГО ПРОГИБА И УРАЛА

О. В. Валяева^{1,2}, О. С. Котик¹

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

²Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина, Сыктывкар

valyaeva@geo.komisc.ru, procko@geo.komisc.ru

Методами органической геохимии и углепетрографии изучено органическое вещество терригенных отложений нижней перми. Исходное органическое вещество исследованных пород в основном смешанного типа. Несмотря на изначальное формирование преимущественно сапропелевой матрицы, значительная гумусовая составляющая и частая смена условий осадконакопления в целом способствовали формированию бедных и средних нефтегазоматеринских пород.

Ключевые слова: нижняя пермь, органическое вещество, микрокомпонентный состав, битумоиды, *n*-алканы, изоалканы, водородный индекс.

ORGANIC MATTER OF LOWER PERMIAN TERRIGENOUS DEPOSITS OF NORTHERN PRE-URAL FOREDEEP AND URALS

O. V. Valyaeva^{1,2}, O. S. Kotik¹

¹Institute of geology, Komi science center, Ural Branch, RAS, Syktывkar

²Syktывkar State University of P. Sorokin, Syktывkar

The organic matter of Lower Permian terrigenous deposits was studied by the methods of organic geochemistry and coal petrography. The initial organic matter of the rocks is mainly mixed. Despite the initial formation of predominantly sapropelic matrix, a considerable humic component and frequent change of sedimentation conditions supported the formation of poor and medium oil and gas source rocks in general.

Keywords: Lower Permian, organic matter, microcomponent composition, bitumen, *n*-alkanes, *i*-alkanes, hydrogen index.

Введение

Определение состава органического вещества (ОВ), его содержания и степени преобразованности являются основными вопросами при рассмотрении перспектив нефтегазоносности отложений. На территории Предуральского прогиба неоднократно производилась оценка перспектив нефтегазоносности пермских толщ. До семидесятых годов прошлого столетия эти отложения рассматривались в основном как газоносные (А. Я. Кремс, Ф. И. Енцова, В. Р. Родыгин). Однако после детального исследования химического состава нефтей, битумоидов в пермских отложениях Воркутской

мульды впервые они стали рассматриваться и как возможные источники генерации жидких углеводородов (УВ) [6]. В результате последующих работ выявлена высокая битуминозность пород нижнепермской молассы. Они признаны нефтегазопроизводящими наряду с нижнесреднепалеозойскими нефтегазоматеринскими породами [4, 18]. Нижнепермские отложения на территории севера Предуральского краевого прогиба характеризуются циклическим чередованием пород озерных, болотных, лагунных, дельтовых и морских фаций. В них накапливалось различное количество органического вещества, отличающегося по составу. В ре-

зультате такой пестроты сформировавшейся терригенной молассы ОВ, заключенное в породах, и в концентрированной, и рассеянной формах имеет гетерогенный состав и различные генерационные возможности [10].

Определение нефтегазоматеринских свойств отложений основывается на количественной и качественной оценке ОВ, а также его катагенетической преобразованности с использованием геохимических, пиролитических и углепетрографических методов исследования [2, 8, 9, 12]. Проведенные ранее исследования нефтегазоматеринских свойств пермских пород, наличие

Рис. 1. Литолого-геохимическая колонка косынской свиты

Fig. 1. Lithological-geochemical column of Kosinskaya suite

многочисленных автохтонных проявлений углеводородов, сохранность битумоидов и газоносность пород позволяют положительно оценивать перспективы поисков залежей углеводородов в пермских толщах Предуральяского прогиба [10, 11].

Данный терригенный комплекс пород характеризуется повышенными мощностями, преимущественно аквагенным составом ОВ, нередко с обилием гумусовой составляющей. Значительная доля привнесенного углистого детрита зачастую неблагоприятно сказывается на генерационных возможностях органической составляющей. В связи с этим представляется актуальным комплексное геохимическое и петрографическое изучение ОВ, его состава, условий захоронения и преобразования. Исследования нижнепермских терригенных отложений проводились более чем по 20 разрезам скважин и обнажений в пределах севера Предуральяского прогиба и прилегающих районов Приполярного Урала. Наиболее полно этот комплекс представлен в опорном разрезе р. Кожым на Приполярном Урале. На примере последнего в данной работе будут рассмотрены основные законо-

мерности изменения состава ОВ, его содержания и уровня зрелости.

Литологический состав отложений, как подчеркивали все исследователи, в целом однообраз-

ный [7, 14, 15]. Терригенные отложения опорного разреза нижней перми на р. Кожым представлены породами косынской, чернореченской и талатинской свит. В разрезе

Рис. 2. Примеры включений органического вещества в нижнепермских отложениях. Аншлифы, белый свет, масляная инверсия, ув. $\times 50$ Fig. 2. Examples of inclusions of organic matter in Lower Permian deposits. Polished sections, white light, oil inversion, mag. $\times 50$

выделены песчано-глинистая пачка косьинской (гусиной) свиты мощностью не менее 300 м [15] и глинисто-алевритовая пачка чернореченской (бельковской) свиты мощностью около 700 м. В разрезе отмечается очень тонкое переслаивание пород [7; 14]. Мощность аргиллито-алевритовых слоев обычно не более 0.2 м. Залегающие выше отложения кожимской (талатинской) свиты мощностью 350 м представлены более тонкоритмичным чередованием аргиллитов, алевритов и песчаников.

Методика исследования

Геохимические исследования ОВ проводились на базе Института геологии Коми НЦ УрО РАН (ЦКП «Геонаука», г. Сыктывкар). Определение содержания органического углерода ($C_{орг}$) в аргиллитах выполнялось по методу ВНИГРИ [5]. Выделение хлороформенного битумоида А (ХБА) проводилось методом горячей экстракции [5]. Насыщенные фракции битумоидов, выделенные методом жидкостной хроматографии, были проанализированы методом газовой хроматографии (ГХ) на хроматографе «Кристалл-2000М», оснащенном капиллярной колонкой J&W DB-5 (30 м x 0.32 мм).

Углепетрографическое изучение органического вещества проводилось в проходящем отраженном и ультрафиолетовом свете. Петрографические аншлифы и шлифы изучались на микроскопе MeF-2 при увеличениях 50–120... 500–800 в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар). Также аншлифы были изучены в белом и ультрафиолетовом свете на установке QD1320 (Craic Technologies) в лаборатории угля кафедры геологии и геохимии геологического факультета МГУ (Москва). Пиролитические исследования по методу Rock-Eval были проведены во ВНИГНИ (Москва).

Результаты и их обсуждение

В изученном нами разрезе низы артинского яруса представлены отложениями *косьинской свиты* (рис. 1). В строении разреза принимают участие следующие разности пород: песчаники, алевриты, аргиллиты с тонкими прослоями углестых аргиллитов. В зависимости от типа пород происходит закономерное изменение содержаний в них $C_{орг}$ (табл. 1). Как видно на рис. 1, максимальные концентрации $C_{орг}$ (3.52–4.15 %) характерны для углестых аргиллитов, а минимальные

(менее 0.3 %) — для песчаных прослоев. Максимальные выходы битумоидов приурочены к двум группам литотипов: первая характерна для глинистых разностей, вторая — для песчаников (с повышенным битуминозным коэффициентом $> 2 \%$).

По данным углепетрографических и геохимических исследований, в составе ОВ преобладают продуценты водорослевого и планктонного органического материала. В отдельных глинистых прослоях (обр. 5/11, 5/9, 5/7, 5/3) отмечается значительная примесь гумусового ОВ — автохтонного и аллохтонного (или переотложенного). Также для грубозернистых разностей характерна высокая (до 50 %) доля инертинита, большей частью переотложенного (рис. 2, D).

ГХ-распределение н-алканов и изопреноидов указывает на смешанный характер ОВ для большей части исследуемых образцов (рис. 1). Максимумы распределения в среднемoleкулярной области приходятся на C_{16} , C_{20} , что характерно для биопродуцентов зоо- и фито происхождения [16, 17]. Максимумы распределения в высокомолекулярной области, приходящиеся на н- C_{27} , н- C_{29} , являются типичными для терригенного материала. Среди изопреноидов

Рис. 3. Литолого-геохимическая колонка чернореченской свиты

Fig. 3. Lithologic-geochemical column of Chernorechenskaya suite

Рис. 4. Примеры включений органического вещества в нижнепермских отложениях. Фото шлифов, проходящий свет, ув. $\times 50$ – 300

Fig. 4. Examples of inclusions of organic matter in Lower Permian deposits. Photo of thin sections, transmitted light, mag. $\times 50$ – 300

удалось обнаружить изо-: C_{15} , C_{16} , C_{18} , C_{19} и C_{20} . Пристан (Pr): зачастую преобладает над фитаном (Ph), так показатель $Pr/Ph > 1$. Преобладание пристана принято считать показателем гумусового ОВ, накопление которого проходило в окислительной обстановке [21]. Меньшее участие гумусовых компонентов в составе ОВ отмечается в нижней части разреза, где полностью отсутствуют прослой углистых аргиллитов.

В изученных породах **чернореченской свиты** артинского яруса содержания органического углерода также варьируют в широких пре-

делах – от 0.11 до 1.47 % (рис. 3, см. таблицу) [3]. Отличия от нижележащей косвинской свиты заключаются в более выдержанной мощности слоев и преобладании глинистых разностей пород в разрезе, что обусловлено различными условиями осадконакопления.

По результатам углепетрографического изучения в составе ОВ встречаются компоненты групп витринита, инертинита и липтинита. Основную часть (более 40 %) микроскопически различимых органических остатков составляют компоненты группы инертинита. Последние представле-

ны макринитом, semifюзинитом и переотложенными фрагментами фюзинита, микринита, инертодетринита (рис. 2, D, 4). Витринит представлен бесструктурными линзами, невыдержанными прослоями и обломками гелинита (рис. 2, C, 4), редко переотложенными (рис. 2, A, 4). Группа липтинита включает следующие разновидности: споринит, кутинит, липтодетринит (рис. 4, B, H). Нередко в глинистых разностях пород встречаются прожилки (следы) битума по слоистости. Они фиксируются при изучении в УФС (рис. 5, D), иногда в шлифах при наличии окрашиваемых компонентов в составе (рис. 4, G).

Анализ образцов методом ГХ показал, что битумоиды характеризуются часто бимодальным распределением n -алканов, что свидетельствует о смешанном источнике исходного ОВ (аквагенное и гумусовое). Однако имеются различия количественного вклада гумусовой и сапропелевой составляющих, что проявляется в различии распределения n -алканов в средне- и высокомолекулярной областях. Так, обр. 24/2, 24/5 характеризуются высоким содержанием C_{11} – C_{18} (до 31.24 %) и пониженными относительными концентрациями высокомолекулярных n -алканов C_{25} – C_{35} (от 18.87 до 22.24 %). В ряду высокомолекулярных n -алканов максимум распределения приходится на n - C_{16} и n - C_{20} , фиксируется преобладание четных гомологов. Последнее наиболее заметно для n - C_{16} ($2 \cdot C_{16} / (C_{15} + C_{17})$ до 1.84, $2 \cdot C_{20} / (C_{19} + C_{21})$ – до 1.2). По данным некоторых исследователей [17], преобладание четных среднемолекулярных n -алканов свидетельствует о повышенной бактериальной активности. Это также подтверждается петрографическими исследованиями: так как захоронение большей части ОВ происходило на месте, без дополнительного перемещения, то и высокая степень разложения растительных остатков (их гелификация) в значительной степени обусловлена повышенной бактериальной активностью.

Для обр. 24/12 и 24/13 доля среднемолекулярных алканов понижена (C_{11} – C_{18} от 15.63 до 18.10 %), доминируют высокомолекулярные соединения (C_{25} – C_{35} от 31.32 до 32.85 %). Наблюдается преобладание нечетных n -алканов состава C_{17} , C_{19} , C_{27} и C_{29} . Показатель $2 \cdot C_{17} / (C_{16} + C_{18})$ колеблется от 1.06 до 1.19. Преобладание алка-

на $n\text{-C}_{17}$ свидетельствует об участии планктонной составляющей в формировании исходной биомассы.

Для всех битумоидов чернореченской свиты среди изопреноидов отмечаются повышенные концентрации фитана (Pr/Ph 0.51–0.99) и коэффициента Ph/C_{18} , что может свидетельствовать о восстановительных условиях осадконакопления [16]. Последний факт подтверждается присутствием преимущественно автохтонного ОВ (непереотложенного) и напрямую связан с формированием мощных глинистых пачек, способствующих консервации и предотвращающих окисление ОВ.

Отложения *кожимской свиты* кунгурского возраста отличаются от нижележащих тонкой ритмичностью, обусловленной частой сменой условий осадконакопления (рис. 6). Так же, как и в косьинской свите, в зависимости от типа пород происходит закономерное изменение содержаний $\text{C}_{\text{орг}}$ в них (рис. 6, см. таблицу). Максимальные концентрации $\text{C}_{\text{орг}}$ (8 %) характерны для аргиллитов, а минимальные (менее 0.4 %) — для песчаных прослоев. Битумонасыщенность пород разреза в целом низкая, коэффициент битуминозности < 0.5 %. По содержанию высокомолекулярных n -алканов здесь выделяется два типа битумоидов с низкими и повышенными содержаниями.

Для первого типа, преимущественно аквагенного происхождения, с малой долей продуцентов гумусового ОВ (рис. 6, обр. 22, 23) наиболее заметно преобладание четных n -алканов состава C_{16} и C_{20} . Так, коэффициент $2\text{C}_{16}/(\text{C}_{15} + \text{C}_{17})$ составляет 1.4, а $2\text{C}_{20}/(\text{C}_{19} + \text{C}_{21})$ — 1.3. Из алканов изопреноидного строения здесь определяются $i\text{-C}_{16}$, $i\text{-C}_{18}$, Pr и Ph . Причем пристан обнаружен в гораздо больших количествах, чем фитан (отношение Pr/Ph 1.11–1.64), что характерно для окислительных обстановок осадконакопления. Углетепетрографическое исследование показало в алевролитах присутствие нередко значительного количества витринита (гелинита в виде невыдержанных прослоев) и переотложенного инертинита (рис. 4). Также в тонкозернистых породах кунгура встречается битуминит — микрокомпонент группы липтинита (рис. 5), который зачастую диагностируется только с использованием ультрафиолета, так как в отраженном

Рис. 5. Примеры включений органического вещества в нижнепермских отложениях в белом и УФ-свете, масляная иммерсия, ув. $\times 50$

Fig. 5. Examples of inclusions of organic matter in Lower Permian deposits in white and UV light, oil immersion, mag. $\times 50$

свете он близок по облику к гелиниту и его фрагментам (рис. 5, А, С), а в УФС имеет кайму или ореол битума (рис. 5, В, D). Своему происхождению этот компонент обязан водорослям. Остатки последних ввиду особенностей состава часто преобразуются в газово-жидкие продукты, и в породе присутствуют лишь их следы (рис. 4, G, 5).

Битумоиды, выделенные из аргиллитов (обр. 20/1, 20/6), характеризуются ярко выраженным бимодальным распределением алканов нормального строения. Максимум распределения приходится на $n\text{-C}_{27}$, $n\text{-C}_{29}$. Концентрация высокомолекулярных n -алканов доходит до 39–41 %. Содержание алканов нормального строения состава $\text{C}_{11}\text{--C}_{18}$ составляет 18–21 %. Наблюдается ярко выраженная доминантность нечетных n -алканов по всему ряду $n\text{-C}_{25}\text{--C}_{31}$. Коэффициент нечетности $2\text{C}_{29}/(\text{C}_{28} + \text{C}_{30})$ соответственно равен 2.57 и 2.92. В ряду среднемолекулярных алканов $\text{C}_{15}\text{--C}_{17}$ преобладания нечетных алканов нормального строения не отмечено ($2\text{C}_{17}/(\text{C}_{16} + \text{C}_{18})$ — 0.99 и 1.1). Однако можно отметить незначительное увеличение концентрации $n\text{-C}_{19}$. Для битумоидов данного типа характерно высокое содержание фитана (Pr/Ph — 0.6 и 0.76, Ph/C_{18} — 0.99 и 1.19). Значения отноше-

ния Pr/C_{17} низкие. Данное распределение алканов нормального и разветвленного строения свидетельствует о смешанном составе исходного ОВ: отмечается вклад гумусовой и бактериально-водорослевой составляющих. ОВ можно подразделить на захороненное в осадке (по мере поступления материала) и переотложенный детрит (различной степени окатанности). В составе первого присутствуют компоненты липтинита, витринита и инертинита (рис. 4). Переотложенные фрагменты встречаются в виде витринитового (плохо окатанного), инертинитового детрита (окатанного и угловатого) с преобладанием последнего в более грубозернистых разностях пород (рис. 4, C, D).

В целом для кунгурского комплекса в виду особенностей сложения (и, соответственно, частой смены условий осадконакопления) мы наблюдаем чередование пород, более и менее обогащенных ОВ различного типа (гумусового, сапропелевого или смешанного), захороненного в различных условиях (окислительных и восстановительных).

Пироллиз

Ранее было установлено [10], что в пермских толщах выделяются различные по генетике и зрелости типы ОВ (рис. 7). В материнских породах содержится ОВ

Рис. 6. Литолого-геохимическая колонка кожимской свиты.

Fig. 6. Lithological-geochemical column of Kozhimskaia suite

различной степени зрелости — от незрелого до высокопреобразованного. По генетическим показателям выделяются три основных типа ОВ: II — сапропелево-гумусовый, III — гумусовый, IV — инертинитовый — и переходные типы. По составу ОВ

относится к гуммитам и сапропелито-гуммитам (III, IV, III–IV, II–III типы) [19, 10, 20]. Распределение этих типов в разрезе связано с условиями осадконакопления рассматриваемых отложений.

В целом в составе ОВ пород кунгурского, и артинского возраста, по данным пиролитических исследований, преобладают III и IV типы. Большая доля II типа не имеет повсеместного распространения и характерна для немногочисленных районов (рис. 7). Большая часть исследованных нами образцов располагается в пограничных областях как уровней зрелости, так и типов ОВ. Смешанный состав ОВ также подтверждается данными углепетрографических и геохимических исследований.

Проведенный анализ геохимических показателей пород показал, что наибольшим выходом битумоидов и наиболее высоким Н₁ характеризуются породы, содержащие гумито-сапропелиты (II–III тип), наименьшими показателями — гумусовое вещество с большой долей

Рис. 7. Изменение значений водородного индекса в породах нижней перми (составлено по [9] с дополнениями)

Fig. 7. Change of hydrogen index values in Lower Permian rocks (compiled from [9] with additions)

инертинитовой составляющей (IV тип) [1, 13]. Низкие значения НІ, характерные для пород нижней перми, обусловлены большим количеством инертинитовых компонентов в составе ОВ. Несмотря на изначальное формирование преимущественно сапропелевой матрицы, значительная гумусовая составляющая (более чем на 50 % переотложенная) и частая смена условий осадконакопления (в связи с чем происходило дополнительное окисление ОВ) в целом способствовали формирова-

нию бедных и средних нефтегазоматеринских пород.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что исходное ОВ пород отложений нижней перми р. Кожым имеет аквагенное и терригенное происхождение. Выделены углепетрографические компоненты всех трех групп: витринит, липтинит, инертинит. Смешанный характер ОВ возрастает вверх по разрезу,

при увеличении доли автохтонного гумусового вещества с высокой степенью разложения в кунгурских отложениях.

Пиролитические данные указывают на значительное распространение бедных, в основном газоматеринских, пород с низким и средним генерационным потенциалом.

Работа выполнена при поддержке программ УрО РАН 15-18-5-42 и 15-11-5-29.

Литература

1. Анищенко Л. А., Клименко С. С., Рябинкина Н. Н., Антонов В. И., Иванов В. В. Перспективы нефтеносности палеозойского комплекса в Коротаихинской и Косью-Роговской впадинах // Перспективы нефтеносности Предуральяского прогиба: Материалы научно-практической конференции. Екатеринбург, 2004. С. 56–71.

2. Бурдельная Н. С., Бушнев Д. А. Фрагмент химической структуры II и II-S типов керогена верхнеюрских и верхнедевонских отложений Восточно-Европейской платформы // Геохимия. 2010. № 5. С. 525–537.

3. Валяева О. В., Процько О. С., Озерова О. Ю. Геохимическая характеристика чернореченской свиты реки Кожым // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XV Геологического съезда Республики Коми. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. Т. III. С. 153–154.

4. Елисеев А. И., Пучков В. Н., Юдович Я. Э., Юдин В. В. Геолого-геохимические критерии перспектив нефтегазоносности западного склона Северного и Приполярного Урала // Геология и нефтегазоносность Тимано-Печорской провинции. Коми книжное изд-во, Сыктывкар, 1975. С. 55–71.

5. Задачи и методические проблемы битуминологических исследований / В. А. Успенский, О. А. Радченко, Л. С. Беляева и др. — Л.: Недра, 1986. 223 с.

6. Зимаков Б. М., Степанов Ю. В. О нефтепроявлениях в угленосной толще и перспективах нефтеносности Воркутского района // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. № 7. Москва, 1965. С. 57–64.

7. Кузькокова Н. Н., Михайлова

З. П., Черных В. А. и др. Опорный разрез нижней перми р. Кожым / Сыктывкар, 1980. 54 с. (Науч. докл. / Коми фил. АН СССР; вып. 58).

8. Ларская Е. С. Диагностика и методы изучения нефтегазоматеринских толщ. М.: Недра, 1983. 220 с.

9. Олли И. А. Органическое вещество и битуминозность осадочных отложений Сибири. Новосибирск: Наука, 1975. 136 с.

10. Органическая геохимия и нефтегазоносность пермских отложений севера Предуральяского прогиба / Л. А. Анищенко, С. С. Клименко и др. СПб.: Наука, 2004. 214 с.

11. Органическая геохимия Тимано-Печорского бассейна / Т. К. Баженова, В. К. Шиманский, В. Ф. Васильева и др. СПб.: ВНИГРИ, 2008. 164 с.

12. Петрологический атлас ископаемого органического вещества России / В. И. Вялов, И. Б. Волкова, Г. А. Беленицкая и др. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 604 с.

13. Процько О. С., Валяева О. В. Типы органического вещества и генерационный потенциал кунгурских терригенных отложений севера Предуральяского краевого прогиба // Георесурсы. № 2(57). 2014. С. 51–55.

14. Путеводитель экскурсии на пермские отложения по р. Кожым / А. Ю. Розанов, М. Ф. Богословская и др. // Палеонтологический институт РАН. Москва, 1995. 45 с.

15. Салдин В. А. Новые данные по геологии нижнепермских отложений р. Кожым // Литогенез и геохимия осадочных формаций Тимано-Уральского региона. Сыктывкар, 2002. № 4. С. 11–13. (Тр. Ин-та геологии Коми науч. центра УрО РАН; вып. 11).

16. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефтей. М.: Мир, 1981. 501 с.

17. Хант Д. Геохимия и геология

нефти и газа. М.: Мир, 1982. 703 с.

18. Юдович Я. Э. Геохимия органического вещества в палеозойских отложениях Печорского Урала в связи с прогнозом нефтегазоносности. Сыктывкар, 1975. 43 с. (Науч. докл. Коми фил. АН СССР; вып. 17).

19. Einsele G. Sedimentary Basins: Evolutions, Facies, and Sediment Budget // Springer. Verlag Berlin Heidelberg, 1992. 792 p.

20. Farhaduzzaman Md., Abdullah W. H., Islam Md. A. Depositional environment and hydrocarbon source potential of the Permian Gondwana coals from the Barapukuria Basin, Northwest Bangladesh. International Journal of Coal Geology, 2012. Vol. 90-91. P. 162-179.

21. Peters K. E., Moldowan J. M. The biomarker guide: interpreting molecular fossils in petroleum and ancient. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1993. P. 363.

References

1. Anishchenko L. A., Klimenko S. S., Ryabinkina N. N., Antonov V. I., Ivanov V. V. *Perspektivy neftenosnosti paleozoiskogo kompleksa v Korotaihinskoi i Kosyu-Rogovskoi vpadinah* (Hydrocarbon potential of Paleozoic complex in Korotaihinskaya and Kosyu-Rogovskaya depressions). *Perspektivy neftenosnosti Preduralskogo progiba*. Proceedings. Ekaterinburg, 2004, pp. 56-71.

2. Burdelnaya N. S., Bushnev D. A. *Fragment khimicheskoi struktury II i II-S tipov kerogena verkhneyurskikh i verhnedevonskikh otlozhenii Vostochno-Evropeiskoi platformy* (Fragment of chemical structure of II and II-S kerogen of Upper Jurassic and Upper Devonian sediments of East-European platform). *Geokhimiya*, 2010, No. 5, pp. 525-537.

3. Valyaeva O. V., Protsko O. S., Ozerova O. Yu. *Geohimicheskaya karakteristika chernorechenskoi svity reki Kozhim* (Geochemical characteristic of chernorechenskaya suite on the Kozhim river). *Geologiya i mineralnye resursy Evropeiskogo severo-vostoka Rossii*: Proceedings of 15th Geological conference of Komi Republic. V. II, Syktyvkar, Institute of Geology, 2009, pp. 153-154.
4. Eliseev A. I., Puchkov V. N., Yudovich Ya. E., Yudin V. V. *Geologo-geohimicheskie kriterii perspektiv neftegazonosnosti zapadnogo sklona Severnogo i Pripolyarnogo Urala* (Geological-geochemical criteria of hydrocarbon potential of western slope of Northern and Subpolar Urals). V book: *Geologiya i neftegazonosnost Timano-Pechorskoi provintsii*. Komi knizhnoe izd-vo, Syktyvkar, 1975, pp. 55-71.
5. Zadachi i metodicheskie priemy bituminologicheskikh issledovaniy (Tasks and methods of bitumen studies). V. A. Uspenskii, O. A. Radchenko, L. S. Belyaeva et al. Leningrad, Nedra, 1986, 223 pp.
6. Zimakov B. M., Stepanov Yu. V. *O nefteproyavleniyah v uglenosnoi tolsche i perspektivah neftenosnosti Vorkutskogo raiona* (Oil shows in calciferous strata and hydrocarbon potential of Vorkuta region). *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geologiya i razvedka*. No. 7, Moscow, 1965, pp. 57-64.
7. Kuzkokova N. N., Mihailova Z. P., Chermnykh V. A. et al. *Oporniy razrez nizhnei permi r. Kozhim* (Lower Permian reference section on Kozhim river). Syktyvkar, 1980. 54 pp.
8. Larskaya E. S. *Diagnostika i metody izucheniya neftegazomaterinskih tolsch* (Diagnostics and methods of study of oil source rocks). Moscow, Nedra, 1983, 220 pp.
9. Olli I. A. *Organicheskoe veshchestvo i bituminoznost osadochnykh otlozhenii Sibiri* (Organic matter and bitumen content of sediments of Siberia). Novosibirsk, Nauka, 1975, 136 pp.
10. *Organicheskaya geohimiya i neftegazonosnost permskikh otlozhenii severa Preduralskogo progiba* (Organic geochemistry and oil-gas potential of Permian sediments of Northern Pre-ural foredeep). L. A. Anishchenko, S. S. Klimenko et al. Saint-Petersburg, Nauka, 2004, 214 pp.
11. *Organicheskaya geohimiya Timano-Pechorskogo basseina* (Organic geochemistry of Timan-Pechora basin). Bazhenova T. K., Shimanskii V. K., Vasileva V. F., Shapiro A. I., Yakovleva L. A., Klimova L. I. Saint-Petersburg, VNIGRI, 2008, 164 pp.
12. *Petrologicheskii atlas iskopae-mogo organicheskogo veshchestva Rossii* (Petrological atlas of organic matter of Russia). V. I. Vyalov, I. B. Volkova, G. A. Belenitskaya et al. Saint-Petersburg, VSEGEI, 2006, 604 pp.
13. Protsko O. S., Valyaeva O. V. *Tipy organicheskogo veshchestva i generatsionnyi potentsial kungurskikh terrigennykh otlozhenii severa Preduralskogo kraevogo progiba* (Types of organic matter and generation potential of kungurian terrigenous sediments of Northern Pre-ural foredeep). *Georesursy*. No. 2(57), 2014, pp. 51-55.
14. *Putevoditel ekskursii na permskie otlozheniya po r. Kozhim* (Guidebook of field trip to Permian sediments on Kozhim river). Rozanov A. Yu., Bogoslovskaya M. F. et al. Paleontologicheskii institut RAN, Moskva, 1995, 45 pp.
15. Saldin V. A. *Novye dannye po geologii nizhnpermских otlozhenii r. Kozhim* (New data on geology of Lower Permian rocks on Kozhim river). *Litogenez i geohimiya osadochnykh formatsii Timano-Uralskogo regiona*. Syktyvkar, 2002, No. 4, pp. 11-13.
16. Tisso B., Velte D. *Obrazovanie i rasprostraneniye neftei* (Formation and distribution of oils). Moscow, Mir, 1981, 501 pp.
17. Hant D. *Geohimiya i geologiya nefiti i gaza* (Geochemistry and geology of oil and gas). Moscow, Mir, 1982, 703 pp.
18. Yudovich Ya. E. *Geohimiya organicheskogo veshchestva v paleozoiskikh otlozheniyah Pechorskogo Urala v svyazi s prognozom neftegazonosnosti* (Geochemistry of organic matter in Paleozoic sediments of Pechora Urals in connection to hydrocarbon potential). Syktyvkar, 1975, 43 pp.
19. Einsele G. *Sedimentary Basins: Evolutions, Facies, and Sediment Budget*. Springer. Verlag Berlin Heidelberg, 1992, 792 p.
20. Farhaduzzaman Md., Abdullah W. H., Islam Md. A. Depositional environment and hydrocarbon source potential of the Permian Gondwana coals from the Barapukuria Basin, Northwest Bangladesh. *International Journal of Coal Geology*, 2012, Vol. 90-91, pp. 162-179.
21. Peters K. E., Moldowan J. M. *The biomarker guide: interpreting molecular fossils in petroleum and ancient*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1993, pp. 363.

Рецензент к. х. н. М. В. Гируц