

УДК 553.98
DOI: 10.18799/24131830/2025/11/5184
Шифр специальности ВАК: 1.6.11
Научная статья



Геолого-геохимическая корреляция нефтей нижнепермских и каменноугольных отложений на территории Башкирского свода и Предуральяского прогиба

Е.Е. Кожевникова[✉], Ю.А. Яковлев, Т.С. Цыплякова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, г. Пермь

[✉]eekozhevnikova@bk.ru

Аннотация. *Актуальность.* Промышленная нефтегазоносность нижнепермских отложений, генерационный потенциал и вопросы о генезисе данных залежей имеют не только региональное значение для Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, но актуальны для нефтегазоносных бассейнов Северной Америки. На севере Волго-уральской нефтегазоносной провинции, по общепринятому мнению, генерирующей толщей являются доманикиты позднедевонского возраста. Вопрос о возможности вертикальной миграции в нижнепермские коллекторы остается открытым. *Цель.* Оценка генетического единства нефтей нижнепермских и каменноугольных отложений и условий миграции на основе сравнительного анализа их физико-химических и генетических параметров. *Методы.* Анализ проведен на основе опубликованных данных о физико-химических свойствах и генетических показателей нефтей нижнепермских и каменноугольных отложений на Башкирском своде и в Предуральском прогибе. Результаты представлены в виде стандартных диаграмм «boxplot» как инструмент наглядной визуализации статистических данных. Установление генетической связи проведено на основе корреляции биомаркеров «нефть–нефть». *Результаты и выводы.* Установлены различия нефтей по следующим параметрам: плотность, вязкость, содержание смол, асфальтенов, серы и парафинов. Сопоставление генетических параметров, таких как биомаркеры, изотопный состав углевода нефтей и соотношение пристан/фитан, указывает на генерацию нефтей из органического вещества сапропелевого типа и генетическое родство. По данным физико-химических свойств нефтей отмечены некоторые расхождения по причине большего влияния гипергенеза на нефти вышележащего нижнепермского комплекса. Корреляция генетических параметров позволила не только установить общий источник генерации нефтей рассматриваемых отложений, но и предположить их генерацию за счет доманикитов позднедевонского возраста, имеющих широкое распространение в зоне развития Камско-Кинельской системы впадин.

Ключевые слова: нижнепермские отложения, каменноугольные отложения, физико-химические свойства, генетическая корреляция, диаграмма «boxplot», Башкирский свод, Предуральский прогиб

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ проект FSNF-2025-0011.

Для цитирования: Кожевникова Е.Е., Яковлев Ю.А., Цыплякова Т.С. Геолого-геохимическая корреляция нефтей нижнепермских и каменноугольных отложений на территории Башкирского свода и Предуральяского прогиба // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2025. – Т. 336. – № 11. – С. 7–14. DOI: 10.18799/24131830/2025/11/5184



Geological and geochemical correlation of oil from the Lower Permian and carboniferous deposits in the territory of the Bashkir arch and the Pre-Ural trough

E.E. Kozhevnikova✉, Yu.A. Yakovlev, T.S. Tsypliyakova

Perm State University, Perm, Russian Federation

✉ eekozhevnikova@bk.ru

Abstract. Relevance. Industrial oil and gas potential, Lower Permian deposits, generation potential and issues on the genesis of these deposits are not only of regional importance for the Volga-Ural oil and gas province, but also relevant for the oil and gas basins of North America. In the north of the Volga-Ural oil and gas province, according to the generally accepted opinion, the domanikites of the Late Devonian age are the generating stratum. The issue of the possibility of vertical migration to the Lower Permian reservoirs remains open. **Aim.** Assessment of the genetic unity of the oils of the Lower Permian and carboniferous deposits and migration conditions based on a comparative analysis of their physico-chemical and genetic parameters. **Methods.** The analysis was carried out on the basis of published data on the physico-chemical properties and genetic parameters of the oils of the Lower Permian and carboniferous deposits in the Bashkir vault and in the Pre-Ural trough. The results are presented in the form of standard "boxplot" diagrams as a tool for visualization of statistical data. The genetic link was established on the basis of the correlation of biomarkers "oil-oil". **Results and conclusions.** The differences between the oils have been established in the following parameters: density, viscosity, content of resins, asphaltenes, sulfur and paraffins. Comparison of genetic parameters, such as biomarkers, carbon isotope composition of oils and the ratio of pristane/phytane, indicate the generation of oils from sapropel-type organic matter and genetic relationship. As a result of the work performed, some discrepancies were noted according to the physico-chemical properties of oils, due to the greater impact of hypergenesis on the oil of the overlying complex, since the Lower Permian. The correlation of the genetic parameters allowed not only establishing a common source of oil generation in the sediments under consideration, but also assuming their generation due to domanikites of the Late Devonian age, which are widespread in the zone of development of the Kamsko-Kinel system of depressions.

Keywords: Lower Permian deposits, carboniferous deposits, physico-chemical properties, genetic correlation, «boxplot» diagram, Bashkir arch, Pre-Ural trough

Acknowledgements: The research was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project FSNF-2025-0011.

For citation: Kozhevnikova E.E., Yakovlev Yu.A., Tsypliyakova T.S. Geological and geochemical correlation of oil from the Lower Permian and carboniferous deposits on the territory of the Bashkir arch and the Ural trough. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 2025, vol. 336, no. 11, pp. 7–14. DOI: 10.18799/24131830/2025/11/5184

Введение

Научный интерес к оценке физико-химических свойств нефтей палеозойских отложений появился после открытия в 1929 г. в нижнепермских рифах в Верхнечусовских городках месторождения нефти. В последующие десятилетия в Предуралье открыли ряд нефтяных месторождений, связанных с коллекторами нижнепермского возраста. По мере выполнения геологоразведочных и исследовательских работ во ВНИГНИ, КамНИИКИГС и ПермНИ-ПИНЕФТЬ проводился анализ и обобщение геохимических данных по углеводородному сырью [1–3]. Комплекс физико-химических свойств (ФХС) нефтей Пермского края изучали в разные годы Н.А. Пьянков, А.З. Коблова, Т.В. Карасева, М.Г. Фрик, Р.М. Кисловец и другие исследователи.

В разрезе нижнепермских отложений на территории Пермского края сосредоточено 3 % начальных сырьевых ресурсов (НСР) нефти и 20 % НСР свободного газа [1]. Нефтегазоносность зафиксирована почти во всех тектонических элементах региона с разной степенью интенсивности. Промышленные запасы нефти, непромышленные скопления и нефтепроявления установлены по всему разрезу палеозоя. Смежными по разрезу для нижнепермского карбонатного нефтегазоносного комплекса (НГК) являются каширско-гжельский, а ниже верейский терригенно-карбонатный и визейско-башкирский карбонатный нефтегазоносные комплексы.

Нижнепермский НГК изучен неравномерно, причем нефтегазопроявления в разрезе комплекса

встречаются достаточно часто и представлены в виде различных форм (запах нефти, битума, пятен, включений, примазки битума, жидкой нефти в породе в виде единичных капель, заполнения трещин, каверн) [3, 4]. Неоднородность нефтепроявлений обусловлена литологией вмещающих пород, пространственной близостью или удаленностью от крупных залежей углеводородов, а также наличием условий для вертикальной и латеральной миграции [5].

Целевое назначение работы – оценка генетического единства нефтей нижнепермских и каменноугольных отложений и условий миграции углеводородов на основе сравнительного анализа их физико-химических и генетических параметров.

Данные нефтегазопоявлений в нижнепермских отложениях на Башкирском своде (БС) и в Предуральском прогибе характеризует таблица, составленная по данным, опубликованным ОАО «КамНИИКИГС» [2, 3, 6].

Таблица. Нефтегазопоявления нижнепермских отложений по тектоническим элементам

Table. Oil and gas occurrences of the Lower Permian sediments by tectonic elements

Нефтепроявление Oil occurrence	Предуральский прогиб Pre-Ural trough			Башкирский свод Bashkir arch
	Соликамская депрессия Solikamskaya depression	Косвинско-Чусовская седловина Kosvinsko-Chusovskaya saddleback	Юрюзано-Сылвинская депрессия Yuryuzano-Sylvinskaya depression	
Промышленные запасы нефти Industrial oil reserves	4	4	8	–
Непромышленные запасы нефти Non-industrial oil reserves	10	4	4	2
Обильные нефте-проявления Abundant oil occurrences	27	9	15	20
Слабые нефтепроявления Weak oil occurrences	27	9	12	25
Битуминозность Bituminous content	4	1	–	2
Газопоявления Gas occurrences	8	2	3	–

Наиболее интенсивные нефтепроявления характерны для структур Предуральского прогиба, причем с этим регионом связаны практически все промышленные залежи углеводородов в нижнепермских отложениях Пермского края. Нефтепроявления нижнепермских отложений на Башкирском своде также достаточно часты, однако промышленные залежи не обнаружены.

Стратиграфически нефтепроявления отмечают в карбонатных отложениях по всему разрезу нижнепермских отложений. Наиболее крупные скопления нефти и газа приурочены к пачкам кунгурского, артинского и сакмарского ярусов на поднятиях, приуроченных к структурным элементам Камско-Кинельской системы прогибов, а также к рифогенным массивам артинского и сакмаро-ассельского возраста в Предуральском прогибе. Отмечаются они также в терригенных отложениях нижнепермско-верхнекаменноугольного возраста в передовых складках Урала [7].

Объекты и методика исследования

Фактическим материалом для выполнения работы послужили результаты геолого-геохимических исследований проб нефтей нижнепермского и каменноугольных комплексов Башкирского свода и Предуральского прогиба, представленных в электронных базах данных, составленных на опубликованных материалах [2, 3, 6, 8].

Для сравнения использованы данные по каменноугольным комплексам, контурно соответствующие объектам опробования нижнепермского НГК. Геохимическое опробование Башкирского свода представлено 51 пробой каменноугольных нефтей и 4 пробами нижнепермских, а в Предуральском прогибе 46 и 47 пробами, соответственно.

Для территории Башкирского свода приняты к обработке следующие площади: Павловская, Танышская, Красноярско-Куединская, Альяншская. Для Предуральского прогиба: по Косвинско-Чусовской седловине – Верхнечусовская, Ульяновская, Боркмооская площади; по Соликамской депрессии – Гежская, Кисловская, Маговская, Юбилейная, Уньвинская, Бельская; по Юрюзано-Сылвенской депрессии – Лысьвенская, Копальнинская, Комарихинская, Кордонская, Луживская, Выдрянская площади.

Физико-химические свойства нефтей по нефтегазоносным комплексам на Башкирском своде и Предуральском прогибе представлены на рис. 1, 2 в виде стандартных диаграмм «boxplot» («ящик с усами», или коробчатая диаграмма) как инструмента наглядной визуализации статистических данных. Метод позволяет выделить аномалии и тренды, а также генетическую схожесть и различия нефтей [9, 10]. Менее результативно для сопоставления данных по ФХС использовались методики расчета коэффициента аналогии, а также кластерного анализа. Интерпретация их результатов неоднозначна.

Проанализированы следующие параметры ФХС: плотность нефтей, кинематическая вязкость, содержание смол, серы, асфальтенов и парафинов. Для каждого параметра построен отдельный график, обеспечивающий сопоставление в комплексах.

При анализе результатов обращалось внимание, в первую очередь, на значения квартилей «25–75 %», а также на медианную величину. Следует отметить, что практически всегда отмечаются так называемые «отскоки» и «усы» диаграмм, что можно объяснить как гипергенными преобразованиями нефтей (окисление, осернение, биодеградация, физическое выветривание), так и техническим браком опробования. Не исключается и возможное проявление различных источников генерации, что отмечено исследователями в ближайших регионах [7, 10, 11]. В исследовании изучены данные о свойствах нефтей из отложений: P₁ – нижнепермских; C_{2pd}-C_{2ks} – подольско-касимовских; C_{2vr} – верейских; C_{1v3}-C_{2b} – верхневизейско-башкирских; C_{1v1-2} – ниже- средневизейских.

Обсуждение результатов

Сравнение свойств нефтей каменноугольных и нижнепермских отложений на территории Башкирского свода показало, что ФХС нефтей нижнепермских отложений отличаются большей плотностью, вязкостью и высоким содержанием серы, смол, асфальтенов, при этом низким содержанием парафинов (рис. 1). Нефти каменноугольных комплексов имеют схожие значения по плотности, содержанию смол и серы. Таким образом, физико-химические различия нефтей каменноугольных и нижнепермских отложений вполне отчетливы и специфические особенности ФХС нефтей нижнепермских отложений (повышенная плотность, вязкость, сернистость, смолистость, повышенное содержание асфальтенов) соответствуют их гипергенным преобразованиям [12].

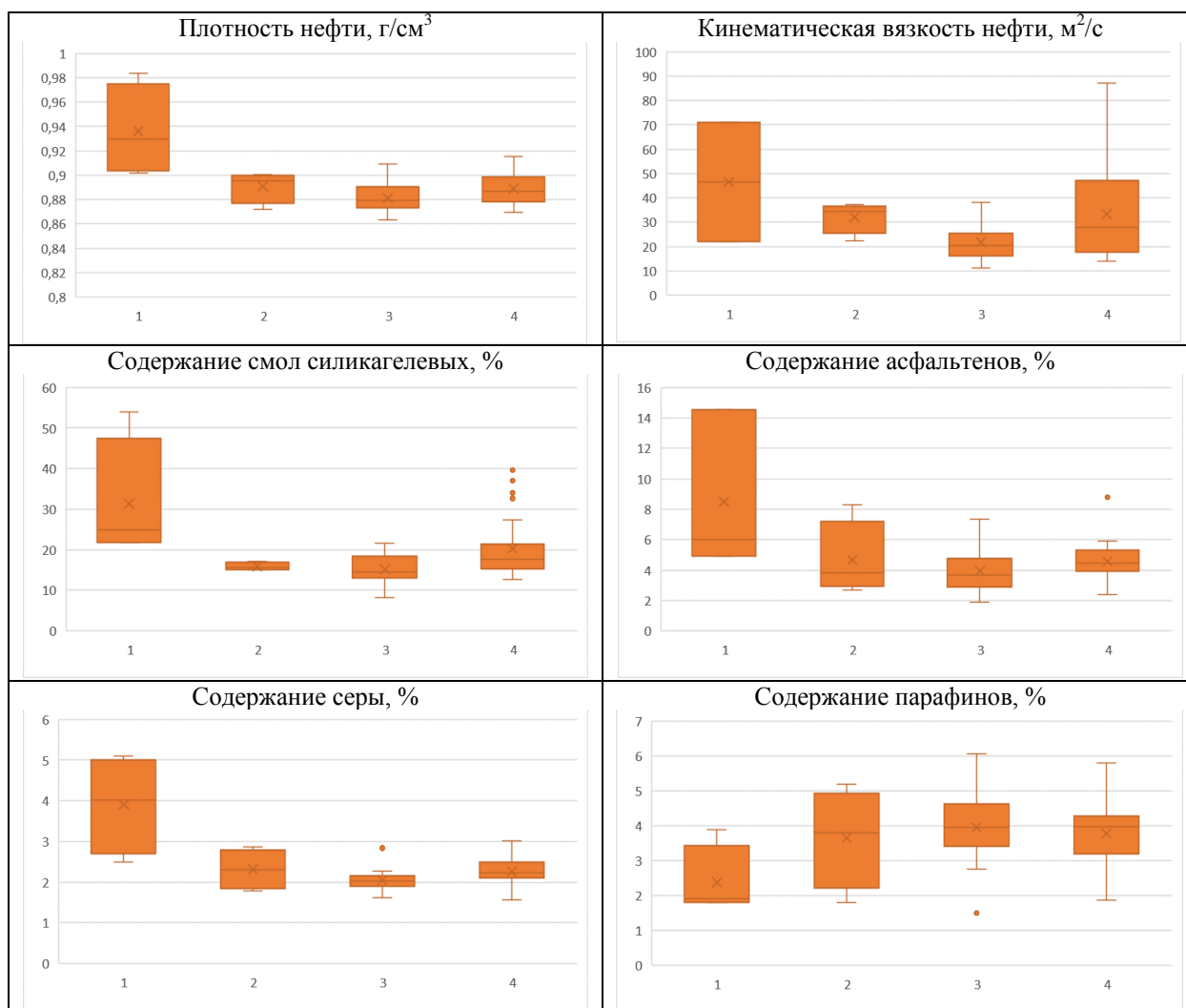


Рис. 1. Диаграммы изменения физико-химических свойств нефтей по нефтегазоносным комплексам на Башкирском своде. Условные обозначения: 1 – P₁; 2 – C_{2pd}-C_{2ks}; 3 – C_{2vr}; 4 – C_{1v3}-C_{2b}

Fig. 1. Diagrams of changes in the physico-chemical properties of oils by oil and gas complexes in the Bashkir vault. Legend: 1 – P₁; 2 – C_{2pd}-C_{2ks}; 3 – C_{2vr}; 4 – C_{1v3}-C_{2b}

Сопоставление ФХС нефтей нижнепермских и каменноугольных отложений на территории Предурального прогиба (рис. 2) позволило также установить ряд их существенных различий. Так, нефти пермских отложений более плотные, для них характерно наиболее высокое содержание серы и асфальтенов, в особенности на территории Косвинско-Чусовской седловины. При этом значение вязкости и содержание парафинов наименьшее. Стоит обратить внимание, что в данном районе отсутствуют залежи нефти в подольско-касимовских отложениях ($C_{2pd}-C_{2ks}$), но открыты залежи в ниже-средневизейских (C_{1v1-2}).

Для нефтей каменноугольных отложений характерна относительная однородность по плотности и содержанию серы при небольших различиях в значениях вязкости нефти. Наибольшая схожесть ха-

рактерна для ФХС верхневизейско-башкирского карбонатного и ниже-средневизейского терригенного комплексов. Максимальное содержание смол отмечено в нефтях верейских отложений, а парафинов – в комплексе визейских терригенных.

Сопоставление только ФХС каменноугольных и нижнепермских нефтей не является основой для достоверного вывода о генетической связи [13, 14]. Для подтверждения предположения о единстве источника генерации рассматриваемых нефтей необходимо анализировать генетические параметры, такие как распределение биомаркеров (ванадилпорфирины, соотношение пристан/фитан), изотопный состав углерода нефтей ($\delta^{13}C$) [15]. Данные, достаточные для корреляции генетических параметров «нефть–нефть», имеются только для месторождений Башкирского свода, они представлены на рис. 3.

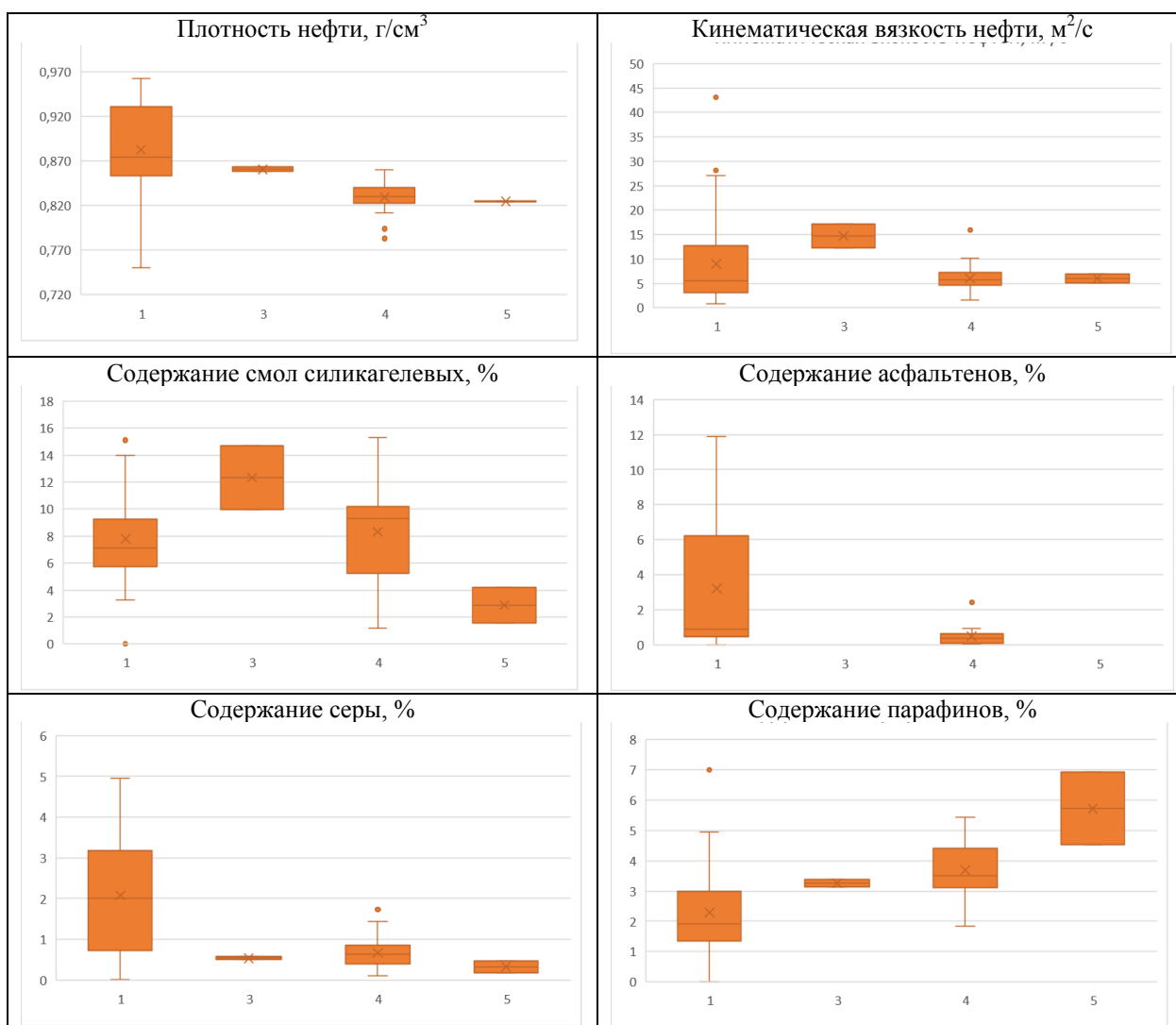


Рис. 2. Диаграммы изменения ФХС нефтей по нефтегазоносным комплексам на Предуральском прогибе. Условные обозначения: 1 – P_1 ; 2 – $C_{2pd}-C_{2ks}$; 3 – C_{2vr} ; 4 – $C_{1v3}-C_{2b}$; 5 – C_{1v1-2}

Fig. 2. Diagrams of changes in the physico-chemical properties of oil by oil and gas complexes in the Pre-Ural trough. Legend: 1 – P_1 ; 2 – $C_{2pd}-C_{2ks}$; 3 – C_{2vr} ; 4 – $C_{1v3}-C_{2b}$; 5 – C_{1v1-2}

Месторождение	Возраст	VO _p , мг/100 г нефти					пристан/фитан			изотоп. сост. углерода δ ¹³ C, ‰		
		1,5	28,9	56,4	83,8	111,2	0,46	0,27	1	-30,1	-28,7	-27,2
Альняшское	P1kg	■					н/д			■		
	C1-2	■					■			■		
Красноярско-Куединское	P1s	■					■			■		
	C1-2	■					■			■		
Шагиртско-Гожанское	P1a	■					■			■		
	C1-2	■					■			н/д		

Рис. 3. Сопоставление биомаркеров нефтей. Условные обозначения: н/д – нет данных

Fig. 3. Comparison of biomarkers of oils. Legend: н/д – no data available

Содержание VO_p в нефтях каменноугольных отложений изменяется в интервале 1,5–83,1 мг/100 г нефти, в нефтях пермских отложений – 1,5–29,3 мг/100 г нефти. Обычно при миграции нефтей концентрация ванадилпорфиринов сокращается при удалении от источника генерации [16, 17], вероятно, этим объясняется сокращение содержания VO_p в нижнепермских отложениях. Полное отсутствие порфиринов характерно для комплексов, испытавших высокие палеотемпературы, что, вероятно, и происходило в зоне развития Предуральского прогиба [6].

По величине соотношений пристан/фитан, процентному содержанию серы и асфальтенов еще в 1976 г. авторы [4], изучавшие нефти артинско-сакмарской залежи Гежского месторождения, пришли к выводу, что это нефти каменноугольного типа, и объяснили их появление в пермских отложениях за счет миграции снизу.

Изотопный состав углерода δ¹³C в нефтях отложений каменноугольного возраста изменяется в узком диапазоне от –28,0 до –27,2 ‰, в нефтях пермских отложений – от –28,7 до –27,2 ‰, данные диапазоны характерны для нефтей, генерация которых произошла из органического вещества сапропелевого типа [11, 14, 18]. По содержанию изотопного состава углерода δ¹³C зональности не выявлено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лядова Н.А., Яковлев Ю.А., Распопов А.В. Геология и разработка нефтяных месторождений Пермского края. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2010. – 335 с.
2. Нефти, газы и битумоиды Пермского Прикамья и сопредельных районов. Каталог физических свойств / под ред. С.А. Винниковского, А.З. Кобловой. – Пермь: КамНИИКИГС, 1977. – Вып. 2. – 568 с.
3. Нефти, газы и ОВ пород севера Урало-Поволжья. Каталог физико-химических свойств / под ред. А.З. Кобловой, Ю.А. Дулепова. – Пермь: КамНИИКИГС, 1989. – Вып. 3. – 685 с.
4. Чахмахчев В.А., Глезер В.Г., Пунанова С.А. О геохимических закономерностях формирования залежей нефти в Пермском Прикамье // Нефтегазовая геология и геофизика. – 1976. – № 7. – С. 18–29.
5. Навроцкий О.К. О необходимости пересмотра представлений о миграции углеводородов при формировании залежей // Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности, посвященная 35-летию ИПНГ РАН: Сборник трудов РАН Институт проблем нефти и газа. Всероссийская научная конференция с международным участием. – М., 2022. – С. 59–60.
6. Карасева Т.В., Кожевникова Е.Е. Девонский терригенный нефтегазоносный комплекс южных районов Пермского края. Новые представления о геологическом строении и формировании нефтегазоносности: монография. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2019. – 144 с.

Полученные результаты подтверждают генетическую связь нефтей нижнепермских отложений с нефтями каменноугольных комплексов. Более того, диапазоны значений подтверждают предположение, высказанное рядом исследователей ранее, о связи нижнепермских нефтей не только с каменноугольными, но и с нижележащими нефтями отложений девонского возраста [6, 8, 11]. При этом, основываясь на исследованиях коллег, авторы статьи исключают возможность влияния рифей-вендских отложений на формирование нефтегазоносности нижнепермского комплекса [6, 19, 20].

Заключение

Установлено, что ряд показателей физико-химических свойств нефтей может свидетельствовать об их принадлежности к общему нефтематеринскому источнику. Отличие нефтей пермских отложений от нефтей нижезалегающих комплексов по плотности, содержанию серы, асфальтенов связано с влиянием гипергенных процессов, в том числе в ходе миграции. Рассмотрение генетических параметров позволило предположить наличие единого источника генерации нефтей не только для нижнепермских и каменноугольных, но и для более погруженных нефтегазоносных комплексов данного района. По значениям показателей биомаркеров образование рассматриваемых нефтей шло за счет органического вещества сапропелевого типа, с учетом информации о нефтематеринских свитах данного региона можно предположить, что за счет доманикитов. Планируется дальнейшее геохимическое исследование нефтей пермских отложений и доманикитов позднедевонского возраста для подтверждения генетической связи.

Практическая значимость работы предопределяется актуальным проектированием геологоразведочных работ на лицензионных участках Предуральского прогиба, доразведкой и освоением ранее открытых залежей в нижнепермских отложениях.

7. Валяева О.В., Рябинкина Н.Н., Бушнев Д.А. Геология и геохимия нефтей пермских и каменноугольных залежей месторождений вала Сорокина Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2022. – Т. 17. – № 3. – С. 46–52. DOI: doi.org/10.17353/2070-5379/25_2022
8. Кожевникова Е.Е., Башкова С.Е., Яковлев Ю.А. Формирование нефтегазоносности эмско-нижнефранских отложений на севере Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2024. – № 8. – С. 5–19.
9. Magoon L.B., Dow W.G. The petroleum system – from source to trap // AAPG (American Association of Petroleum Geologists) memoir 60. – 2012. – 312 p.
10. Оценка геофильтрационных условий девонского терригенного нефтегазоносного комплекса в северо-восточной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции / Е.Е. Кожевникова, Ю.А. Яковлев, С.Е. Башкова, А.В. Боталова // Геология нефти и газа. – 2023. – № 3. – С. 47–58.
11. Навроцкий О.К., Еналеев И.Р. Особенности генезиса и формирования месторождений нефти и газа в породах девонского возраста в пределах Восточно-Оренбургского валлообразного поднятия // Актуальные вопросы современной науки: теория, методология, практика, инноватика. Сборник научных статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции Ч. 4. – Уфа, 2023. – С. 60–68.
12. The effect of minor to moderate biodegradation on C5 to C9 hydrocarbons in crude oils / S.C. George, C.J. Boreham, S.A. Minifie, S.C. Teerman // Organic Geochemistry. – 2002. – Vol. 33 (12). – P. 1293–1317. DOI: https://doi.org/10.1016/S0146-6380(02)00117-1
13. United States Geological Survey (USGS) World Petroleum Assessment 2000: Description and Results // US Geological survey world Energy assessment team. – Texas, 2000. – 34 p.
14. Бушнев Д.А., Валяева О.В. Нефти доманикового генотипа из отложений среднего девона Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтехимия. – 2023. – Т. 63. – № 4. – С. 507–515. DOI: 10.31857/S0028242123040056
15. Seitkhaziyev Y., Jarassova T. Application of oil fingerprinting and biomarker analysis to study fluid connectivity and reservoir isolation and genetic typing of oil obtained from the Eastern Caspian Basin (Kazakhstan) // Conference: SPE Caspian Technical Conference and Exhibition. – Atyrau, Kazakhstan, November 2024. DOI: doi.org/10.2118/223407-MS
16. Towards community-driven paleogeographic reconstructions: Integrating open-access paleogeographic and paleobiology data with plate tectonics / N.M. Wright, S. Zahirovic, M. Dietmar, M. Seton // Biogeosciences. – 2013. – Vol. 10 (3). – P. 1529–1541. DOI: 10.1529/1541.0.5194/bg-10-1529-2013.
17. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. The biomarker guide: biomarkers and isotopes in petroleum systems and Earth History. – Cambridge: University Press, 2005. – Vol. 2. – 1155 p.
18. Geochemical characteristics of crude oil and oil-source correlation in the western Qaidam Basin, China / M. Zhang, L. Chenglin, T. Jixian et al. // Journal of Natural Gas Geoscience. – 2020. – Vol. 5 (4). – P. 227–238. DOI: 10.1016/j.jnggs.2020.06.001.
19. Aizberg R.E., Gribik Ya.G., Garetsky R.G. Tectonic features of different types of oil and gas bearing basins in the west of the East European platform // Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus. – 2022. – Vol. 66 (1). – P. 104–108. DOI: 10.29235/1561-8323-2022-66-1-104-108.
20. Башкова С.Е., Карасева Т.В. Особенности органического вещества пород рифейских отложений севера Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Стратегия развития минерально-сырьевого комплекса Приволжского и Южного федеральных округов на 2007 и последующие годы: Тезисы докл. научно-практической конференции. – Саратов, 2006. – С. 87–89.

Информация об авторах

Елена Евгеньевна Кожевникова, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий кафедрой региональной и нефтегазовой геологии, Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15; eekozhevnikova@bk.ru; https://orcid.org/0000-0002-5846-8197

Юрий Александрович Яковлев, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, доцент кафедры региональной и нефтегазовой геологии, Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15; yuakovlev@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0002-4111-0471

Татьяна Сергеевна Цыплякова, магистрант, Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15; tanktspy14@gmail.com; https://orcid.org/0009-0000-5154-1120

Поступила в редакцию: 28.05.2025

Поступила после рецензирования: 14.07.2025

Принята к публикации: 16.09.2025

REFERENCES

1. Liadova N.A., Yakovlev Yu.A., Raspopov A.V. *Geology and development of oil fields in the Perm Region*. Moscow, ОАО «VNIOENG» Publ., 2010. 335 p. (In Russ.)
2. *Oils, gases and bitumoids of the Permian Kama region and adjacent areas. Catalog of physical properties*. Eds. S.A. Vinnikovskiy, A.Z. Koblova. Perm. KamNIIKIGS Publ., 1977. Iss. 2, 568 p. (In Russ.)
3. *Oil, gases and OM rocks of the north of the Ural Volga region. Catalog of physico-chemical properties*. Eds. A.Z. Koblova, Yu.A. Dulepov. Perm KamNIIKIGS Publ., 1989. Iss. 3, 685 p. (In Russ.)
4. Chakhmakhchev V.A., Glezer V.G., Punanova S.A. On the geochemical patterns of formation of oil deposits in the Permian Kama region. *Petroleum Geology and Geophysics*, 1976, no. 7, pp. 18–29. (In Russ.)
5. Navrotskii O.K. The need to revise the concepts of hydrocarbon migration during the formation of deposits. Proceedings of the Russian Academy of Sciences Institute of Oil and Gas Problems. *All-Russian scientific conference with international*

- participation. *The fundamental basis of innovative technologies in the oil and gas industry dedicated to the 35th anniversary of the IPNG RAN*. Moscow, 2022. pp. 59–60. (In Russ.)
6. Karaseva T.V., Kozhevnikova E.E. *Devonian terrigenous oil and gas complex of the southern regions of the Perm Region. New ideas about the geological structure and formation of oil and gas potential: monograph*. Perm, Perm State National Research University Publ., 2019. 144 p. (In Russ.)
 7. Valiaeva O.V., Riabinkina N.N., Bushnev D.A. Geology and geochemistry of oil from the Permian and coal deposits of the Sorokin Shaft deposits of the Timan-Pechora oil and Gas Province. *Oil and gas geology. Theory and practice*, 2022, vol. 17, no. 3, pp. 46–52. (In Russ.) DOI: doi.org/10.17353/2070-5379/25_2022
 8. Kozhevnikova E.E., Bashkova S.E., Yakovlev Yu.A. Formation of the oil and gas potential of the Ems-Nizhnefrans deposits in the north of the Volga-Ural oil and gas province. *Geology, geophysics and development of oil and gas fields*, 2024, no. 8, pp. 5–19. (In Russ.)
 9. Magoon L.B., Dow W.G. The petroleum system – from source to trap. *AAPG (American Association of Petroleum Geologists) memoir 60*, 2006, 312 p.
 10. Kozhevnikova E.E., Yakovlev Yu.A., Bashkova S.E., Botalova A.V. Assessment of geofiltration conditions of the Devonian terrigenous oil and gas complex in the northeastern part of the Volga-Ural oil and gas province *Geology of oil and gas*, 2023, no. 3, pp. 47–58. (In Russ.)
 11. Navrotskii O.K., Enaleev I.R. Features of the genesis and formation of oil and gas deposits in rocks of Devonian age within the East Orenburg shaft uplift. *Current issues of modern science: theory, methodology, practice, innovation. Collection of scientific articles based on the materials of the XIII International Scientific and Practical Conference*. Ufa, 2023. Vol. 4, pp. 60–68. (In Russ.)
 12. George S.C., Boreham C.J., Minifie S.A., Teerman S.C. The effect of minor to moderate biodegradation on C₅ to C₉ hydrocarbons in crude oils. *Organic Geochemistry*, 2002, vol. 33 (12), pp. 1293–1317. DOI: https://doi.org/10.1016/S0146-6380(02)00117-1
 13. United States Geological Survey (USGS) World Petroleum Assessment 2000: Description and Results. *US Geological survey world Energy assessment team*. Texas, 2000. 34 p.
 14. Bushnev D.A., Valiaeva O.V. Domanic genotype oil from Middle Devonian deposits of the Timan-Pechora oil and gas province. *Petrochemistry*, 2023, vol. 63, no. 4, pp. 507–5015. (In Russ.) DOI: 10.31857/S0028242123040056
 15. Seitkhaziyev Y., Jarassova T. Application of oil fingerprinting and biomarker analysis to study fluid connectivity and reservoir isolation and genetic typing of oil obtained from the Eastern Caspian Basin (Kazakhstan). *Conference: SPE Caspian Technical Conference and Exhibition*. Atyrau, Kazakhstan, November, 2024. DOI: doi.org/10.2118/223407-MS
 16. Wright N.M., Zahirovic S., Dietmar M., Seton M. Towards community-driven paleogeographic reconstructions: Integrating open-access paleogeographic and paleobiology data with plate tectonics. *Biogeosciences*, 2013, vol. 10 (3), pp. 1529–1541. DOI: 10.1529-1541.0.5194/bg-10-1529-2013
 17. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. *The biomarker guide: biomarkers and isotopes in petroleum systems and Earth History*. Cambridge, University Press, 2005. Vol. 2, 1155 p.
 18. Zhang M., Chenglin L., Jixian T. Geochemical characteristics of crude oil and oil-source correlation in the western Qaidam Basin, China. *Journal of Natural Gas Geoscience*, 2020, vol. 5 (4), pp. 227–238. DOI: 10.1016/j.jnggs.2020.06.001.
 19. Aizberg R.E., Gribik Ya.G., Garetsky R.G. Tectonic features of different types of oil and gas bearing basins in the west of the East European platform. *Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2022, vol. 66 (1), pp. 104–108. DOI: 10.29235/1561-8323-2022-66-1-104-108.
 20. Bashkova S.E., Karaseva T.V. Features of the organic matter of the rocks of the Riphean deposits of the north of the Volga-Ural oil and gas province *Development strategy of the mineral resource complex of the Volga and Southern Federal Districts for 2007 and subsequent years. Abstracts of scientific and practical conferences*. Saratov, 2006. pp. 87–89. (In Russ.)

Information about the authors

Elena E. Kozhevnikova, Cand. Sc., Associate Professor, Head of the Department, Perm State University, 15, Bukirev street, Perm, 614068, Russian Federation; eekozhevnikova@bk.ru; https://orcid.org/0000-0002-5846-8197

Yurii A. Yakovlev, Cand. Sc., Associate Professor, Perm State University, 15, Bukirev street, Perm, 614068, Russian Federation; yyakovlev@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0002-4111-0471

Tatyana S. Tsyplyakova, Master's Student, Perm State University, 15, Bukirev street, Perm, 614068, Russian Federation; tanktsypi14@gmail.com; https://orcid.org/0009-0000-5154-1120

Received: 28.05.2025

Revised: 14.07.2025

Accepted: 16.09.2025