

УДК 553.98:550.4 (470.13)

Перспективы нефтегазоносности южной части Печоро-Кожвинского мегавала Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна

Ю.В. Кочкина

Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, Российская Федерация, 169330, Республика Коми, г. Ухта, ул. Севастопольская, д. 1-а
E-mail: yu.kochkina@sng.vniigaz.gazprom.ru

Тезисы. Печоро-Кожвинский мегавал считается одним из старейших нефтегазоносных районов: уже почти полвека здесь ведется разработка месторождений. Добываемые газ и конденсат являются сырьевой базой Сосногорского газоперерабатывающего завода. Месторождения находятся на поздней стадии промышленного освоения, что влечет за собой истощение ресурсной базы завода в ближайшем будущем. Поэтому актуальным остается вопрос восполнения углеводородного сырья.

Основной промышленной продуктивностью в рассматриваемом районе характеризуются отложения среднедевонско-франского нефтегазоносного комплекса. По результатам геолого-геохимических исследований составлена карта перспектив нефтегазоносности данного комплекса, выполнен отдельный прогноз поисков нефтяных и нефтегазоконденсатных залежей. Выделены два очага нефтегазообразования с различными типами органического вещества и определены периоды генерации углеводородных флюидов. На основании совмещенных моделей времени образования ловушек и генерации углеводородов оценена степень перспективности выявленных локальных структур.

По результатам оценки для прироста запасов газа и конденсата в первую очередь рекомендовано поисковое бурение на южной группе структур, которые характеризуются высокими перспективами и, по данным сейсморазведочных работ, считаются наиболее надежными объектами. Прогнозируемые залежи являются мелкими по запасам, однако их успешное опосисывание позволит увеличить ресурсную базу углеводородов на 25–30 % по сравнению с начальными извлекаемыми запасами разрабатываемых сегодня месторождений.

Печоро-Кожвинский мегавал (ПКМ) – структура I порядка, выделяемая в пределах Печоро-Кожвинского авлакогена, входящего в состав Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна (рис. 1). Основные промышленные запасы углеводородов (УВ), открытые на территории ПКМ, сосредоточены в среднедевонско-франском терригенном нефтегазоносном комплексе (НГК), небольшие залежи и нефтепроявления обнаружены также в вышележащих отложениях доманиково-турнейского и пермского возрастов.

Тимано-Печорский бассейн характеризуется преимущественной нефтеносностью. Но добыча газа и конденсата ведется, в частности, в южной части ПКМ. Разрабатываемые здесь месторождения располагаются в непосредственной близости от транспортных путей, соединяющих их с перерабатывающими мощностями Сосногорского газоперерабатывающего завода (ГПЗ). Целесообразность переработки газов залежей рассматриваемого района обусловлена высоким содержанием в них этана, пропана, бутана, а также УВ C₅₊.

На сегодняшний день для Сосногорского ГПЗ актуальна проблема истощения ресурсной базы [1]. Все разрабатываемые месторождения южной части ПКМ, а также прилегающей территории находятся на поздней стадии промышленного освоения. Степень выработанности запасов составляет 50–80 % от начальных извлекаемых. В связи с этим необходимо восполнение промышленных запасов УВ-сырья. Резерв для восполнения запасов в настоящее время существует (запасы неразрабатываемых залежей составляют по нефти и свободному газу соответственно 20 и 74 % от начальных извлекаемых запасов разрабатываемых месторождений), но его необходимо пополнять.

Ключевые слова: очаг нефтегазообразования, генерация углеводородов, миграция, ловушка, аккумуляция, перспективы нефтегазоносности, Печоро-Кожвинский мегавал.

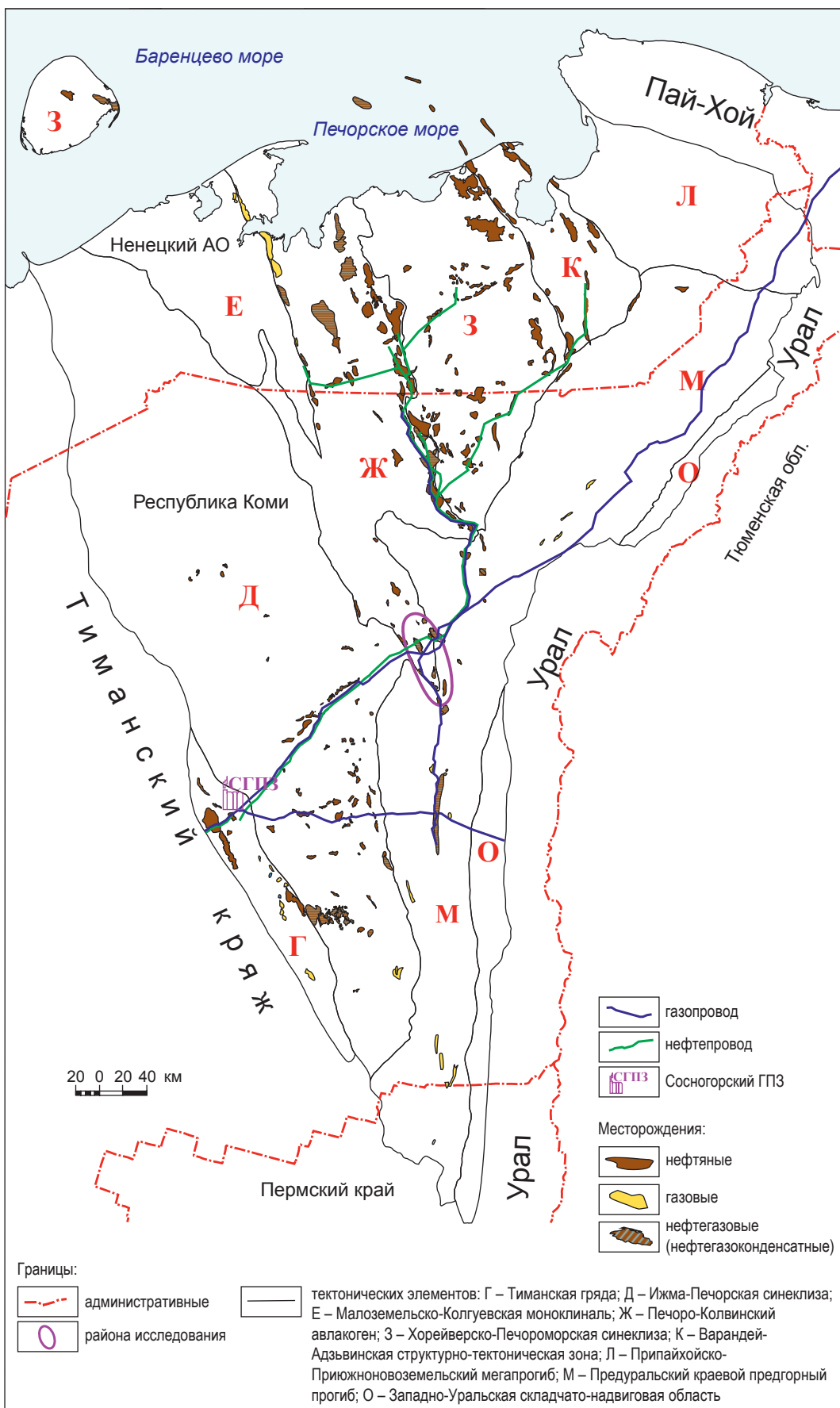


Рис. 1. Обзорная карта Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна

С целью обоснования дальнейших поисково-разведочных работ подготовлен фазовый прогноз нефтегазоносности в пределах перспективных структур, выявленных на территории южной части ПКМ в отложениях D_2 – D_3f НГК. Задача решалась с использованием геолого-геохимических методов исследования на основе определения очагов генерации УВ, времени газо- и нефтеобразования, анализа периодов формирования ловушек и заполнения их УВ.

По результатам пиролиза керн, отобранного с отдельных площадей рассматриваемой территории, установлено, что отложения среднедевонско-раннефранского и раннедевонского возраста являются среднепродуктивными, содержат органический углерод в количестве 1–2 % и характеризуются общим генетическим потенциалом до 3 кг УВ на тонну породы. Степень катагенеза отложений соответствует стадиям МК₃₋₄. На основе результатов пиролитических и палинологических исследований анализа в регионе в отложениях D_2 – D_3f_1 выделены два очага генерации УВ с органическим веществом (ОВ) различных типов: Югидский и Печорогородский.

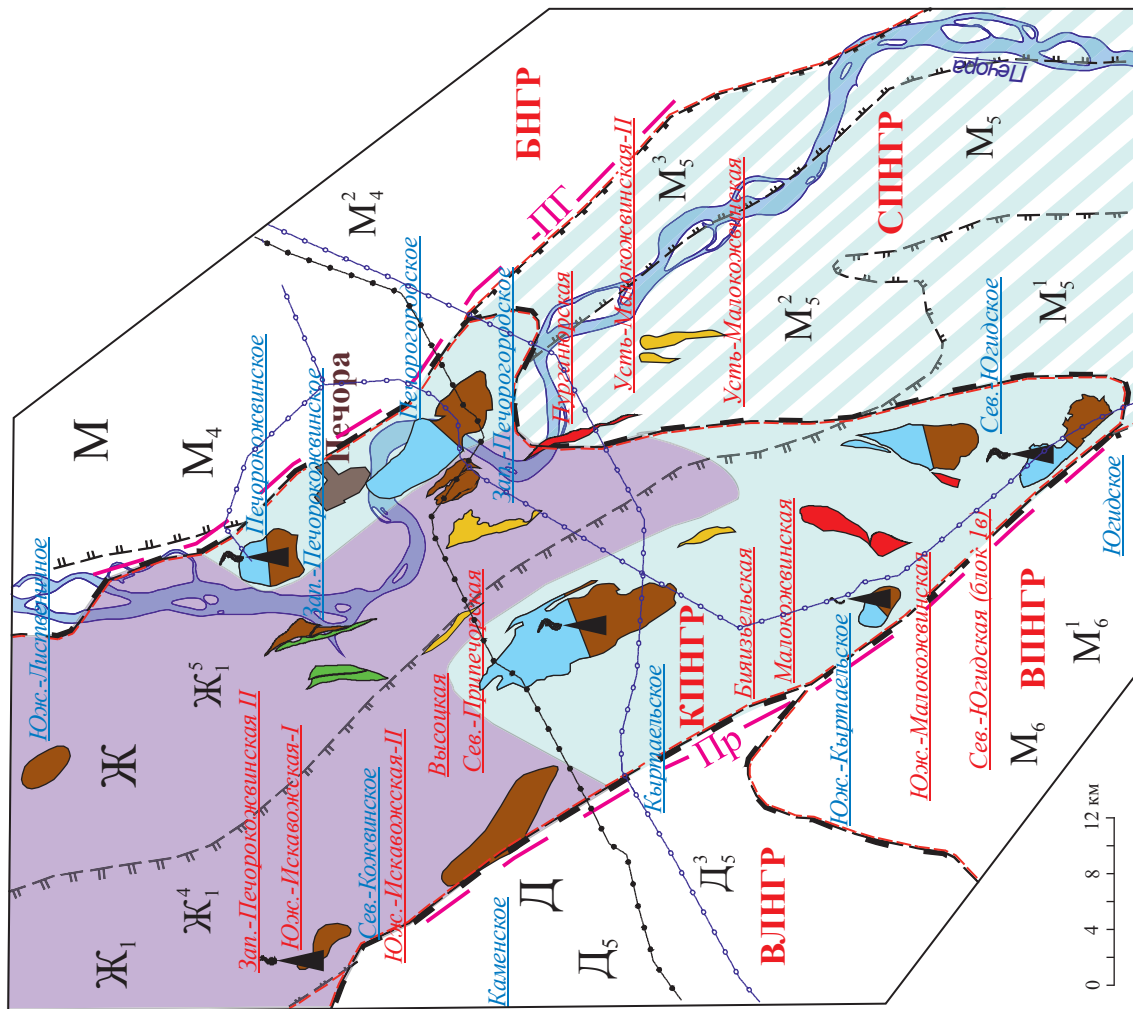
Нефтегазоматеринские (НГМ) породы Югидского очага, выделенного в пределах Лыжско-Кыртаельского вала, характеризуются высоким содержанием сапропелевой составляющей в составе исходного ОВ (II тип керогена), в то же время породы имеют высокую степень катагенеза. НГМ отложения Печорогородского очага, выделенного на территории Печорогородской ступени, содержат повышенное количество гумусового ОВ (III тип керогена) [2]. Различия зафиксированы не только микроскопическими исследованиями шлифов, но и в индивидуальном УВ-составе. Во флюидах Печорогородской ступени отмечается повышенное количество ароматических соединений, преобладание циклогексанов во фракции¹ НК–130 °С, доминирование нечетных изомеров в составе длинноцепочечных алканов фракции > 200 °С. В физико-химическом составе конденсатов этого очага содержится повышенное количество асфальтосмолопарафиновых компонентов, растворенных в пластовых условиях в газообразной фазе. Отмеченные особенности свидетельствуют о более высоком процентном содержании

гумусовой составляющей в исходном типе ОВ месторождений Печорогородского очага и подтверждаются результатами палинологических исследований.

Моделирование процессов погружения и прогрева отложений в обоих выделенных очагах показало, что начало главной фазы нефтеобразования в среднедевонских породах приходится на фаменский век при погружении их на глубины более 2 км. Начало главной фазы газообразования фиксируется в нижнедевонских отложениях в раннекаменноугольную эпоху, в среднедевонских – в позднепермскую. Различия очагов генерации проявляются в разных масштабах газообразования. В Югидском очаге старооскольско-франские породы генерировали в основном УВ нефтяного ряда, до стадий газообразования преобразовано ОВ глубокопогруженных верхнеэфельско-нижнедевонских отложений. В Печорогородском очаге процессы газогенерации зафиксированы уже для среднедевонско-франских отложений, и, кроме того, отмеченное в их составе повышенное количество гумусового ОВ напрямую влияло на образование газовых УВ. Данный факт подтверждается высоким процентом запасов свободного газа на нефтегазоконденсатных месторождениях и повышенным содержанием растворенного газа на нефтяных месторождениях Печорогородской ступени (табл. 1), а также максимальным, близким к единице, коэффициентом заполнения ловушек.

Выделенные очаги нефтегазообразования с различным типом исходного ОВ использованы при прогнозе фазового состояния УВ в отложениях D_2 – D_3f НГК на территории южной части ПКМ (рис. 2). В центральной части района предполагается зона сингенетичного нефтенакпления, ограниченная тектоническими нарушениями северо-западного простирания. В прибортовых частях вдоль Припечорской и Печорогородской систем разломов до широты Кыртаельского – Печорокожвинского месторождений отмечаются зоны двухфазного газоконденсатнонефтяного накопления. Тектонические нарушения, ограничивающие ПКМ с востока и запада, способствовали вертикальной и латеральной миграции газовых УВ из областей генерации, связанных с нижележащими эфельско-нижнедевонскими отложениями мегавала, а также с одновозрастными отложениями на прилегающей территории

¹ НК – начало кипения.



Границы тектонических структур:

- Ижма-Печорская синеклиза; Ж – Печоро-Колвинский авлакоген;
- Прудуральский краевой прогиб)
- I порядка (Д₅ – Оира-Лыжская седловина; Ж₁ – ПКМ; М₄ – Большесыннская впадина; М₅ – Среднепечорское поперечное поднятие; М₆ – Верхнепечорская впадина)
- II порядка (Д₃ – Ронаельская ступень; Ж₄ – Лыжско-Кыртаельский вал;
- Ж₁⁵ – Печорогородская ступень; М₂⁵ – Вяткинская депрессия; М₁⁵ – Худоель-Войская антиклинальная зона; М₃⁵ – Даниловская депрессия; М₅⁵ – Аранец-Переборская антиклинальная зона; М₆⁵ – Печоро-Ильичская моноклираль)
- границы нефтегазоносных районов (НГР): БНГР – Большесыннинский; ВЛНГР – Верхнелыжско-Пемьоский; ВПНГР – Верхнепечорский; КПНГР – Кыртаельско-Печорогородский; СПНГР – Среднепечорский
- разлом: Пр – Прилечорский; ПГ – Печорогородский

месторождение:

- нефтяное
- нефтегазоконденсатное
- газоразрабатываемое
- локальная структура:
- высокоперспективная
- среднеперспективная
- низкоперспективная
- Прогнозируемая зона:
- нефтенакопления
- газонакопления
- нефтепровод
- газопровод

Рис. 2. Карта перспектив нефтегазоносности средневековско-франского НГК

Таблица 1

Доля газа и нефти в залежах среднедевонско-франского НГК на месторождениях юга ПКМ

Месторождение	Очаг нефтегазоносности	Доля свободного газа, %	Доля нефти, %	Газосодержание пластовой нефти, м ³ /т
Печорогородское	Печорогородский	99	1*	361
Печорокожвинское		54	46	264,9–361
Западно-Печорогородское		0	100	297,3
Западно-Печорокожвинское		0	100	300,3
Северо-Югидское	Югидский	28	72	273,8
Югидское		40	60	233,7
Кыртаельское		8	92	87,1–231,4
Южно-Кыртаельское		21	79	151,9

* Государственным балансом запасов полезных ископаемых нефть не учтена.

Среднепечорского поперечного поднятия, создавая возможность образования газоконденсатно-нефтяных систем в палеозалежах нефти.

В границах исследуемой территории по данным сейсморазведочных и тематических работ выявлены и подготовлены к бурению 12 локальных структур: Высоцкая, Южно-Искавожская-I, Южно-Искавожская-II, Западно-Печорокожвинская-II, Северо-Припечорская, Северо-Югидская (блок В), Малокожвинская, Южно-Малокожвинская, Биязьельская, Пурганюрская, Усть-Малокожвинская и Усть-Малокожвинская-II (см. рис. 2). По результатам палеотектонических реконструкций установлено, что большинство структур района сформировано в результате раннефранских тектонических движений, последующие этапы тектогенеза не оказали существенного влияния на их морфологию. В позднедевонскую эпоху на западе в виде палеоподнятий проявились современные антиклинальные Кыртаельская, Малокожвинская, Северо-Югидская, Югидская структуры, а на востоке в пределах Печорокожвинской, Печорогородской и Западно-Печорогородской структур наметились палеокупола. Приразломные структуры центральной части территории (Южно-Искавожские и Западно-Печорокожвинские) сформировались в более позднее время – к концу пермского периода [3].

Для наглядной иллюстрации соотношения времени формирования ловушек и массовой генерации УВ все элементы природных резервуаров (НГМ отложения, породы-коллекторы, покрышки) и геологические процессы (образование ловушек, генерация УВ, их миграция и аккумуляция) сведены в единую схему (рис. 3). Подобные диаграммы используются для того,

чтобы оценить степень перспективности структур [4]. Если время образования ловушки предшествует периоду генерации УВ, то структура является перспективной. Результаты выполненной таким образом оценки перспективности всех структур, выявленных на исследуемой территории, показаны в табл. 2.

Наименее перспективными являются Южно-Искавожская-I и Южно-Искавожская-II приразломные структуры. Они находятся в зоне нефтенакопления (см. рис. 2). По результатам палеопостроений, окончательное формирование их закончилось к началу триаса, что незначительно захватывает период генерации УВ, поэтому заполнение их сингенетичными нефтями имеет небольшую вероятность.

Малокожвинская структура относится к категории подготовленных, строение которой детализировано 3D-сейсморазведочными работами методом общей глубинной точки (МОГТ-3D) в 2003 и 2008 гг. вместе с Северо-Югидской структурой. По оценке точности структурных построений, Малокожвинская структура является весьма надежным объектом. Согласно палеотектоническим реконструкциям формирование палеоподнятия на месте данной структуры началось во франском веке, что опережает время генерации нефти и газа и является благоприятным фактором для сохранения УВ в ее пределах.

Одной из наиболее перспективных является выявленная Пурганюрская локальная структура. По данным сейсморазведочных работ, вероятность ее существования оценивается как надежная. По результатам палеопостроений она является ярко выраженной структурой начиная с фаменского и до настоящего времени, расположена в зоне сочленения со Среднепечорским

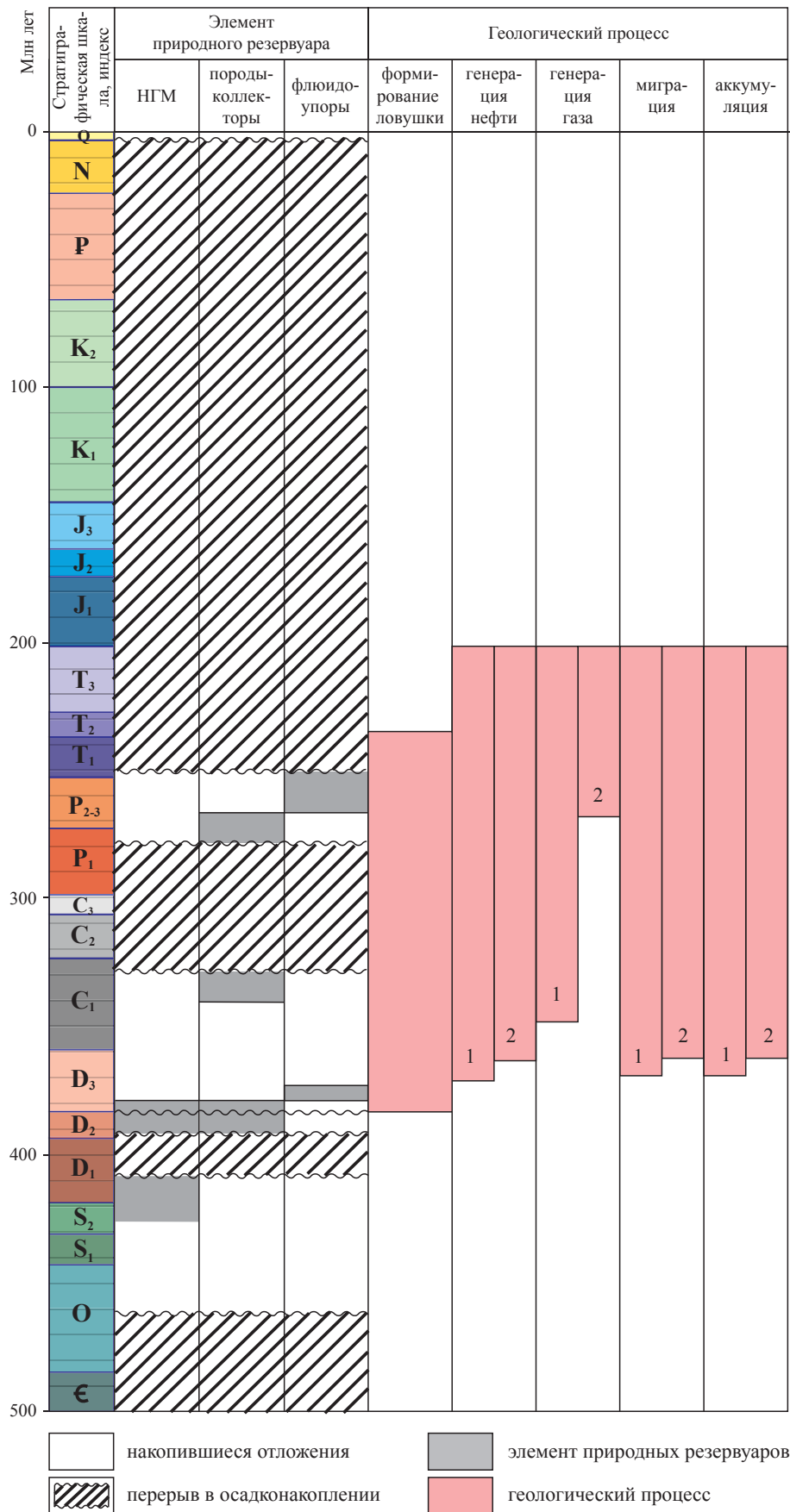


Рис. 3. Соотношение во времени геологических элементов и процессов для отложений южной части ПКМ. НГМ отложения: 1 – (O–S?)–D₁; 2 – D₂–D₃f₁

Список литературы

1. Голубева И.А. Сосногорский газоперерабатывающий завод (ООО «Газпром переработка») / И.А. Голубева, Е.В. Родина // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2015. – № 1. – С. 26–33.
2. Данилов В.Н. Характеристика рассеянного органического вещества пород южной части Печоро-Кожвинского мегавала / В.Н. Данилов, И.Р. Макарова, Ю.В. Кочкина // Вести газовой науки: Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих регионов России. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2016. – № 1 (25). – С. 176–189.
3. Данилов В.Н. Геологическое строение и история развития территории южного окончания Печоро-Кожвинского мегавала / В.Н. Данилов, А.В. Мартынов, Ю.В. Кочкина // Нефтегазовая геология. Теория и практика [электрон. ресурс]. – СПб.: ВНИГРИ, 2016. – Т. 11. – № 2. – http://www.ngtp.ru/rub/4/24_2016.pdf
4. Leslie B. Magoon. The petroleum system – from source to trap / Leslie B. Magoon, Wallace G. Dow. – Tulsa, Oklahoma: AAPG, 1994. – 655 p.

Outlooks for oil-gas presence in the southern part of Pechora-Kozhva megaswell at Timan-Pechora oil-gas-bearing basin

Yu.V. Kochkina

Gazprom VNIIGAZ subsidiary in Ukhta, Bld. 1-a, Sevastopolskaya street, Ukhta, Komi Republic, 169330, Russian Federation
E-mail: yu.kochkina@sng.vniigaz.gazprom.ru

Abstract. Pechora-Kozhva megaswell is one of the oldest oil-gas-bearing districts: fields are being developed there for nearly half a century already. Gas and condensate which are produced in this district make source of raw hydrocarbons for Sosnogorsk gas treatment facilities. The fields are at late stage of industrial development, and that means exhaustion of the plant's resource base in the nearest future. So, compensation of raw hydrocarbon resources is rather topical.

Within the discussed area Middle-Devonian–Frasnian sediments show the main industrial productivity. According to the results of the geological-geochemical researches, a map of supposed oil-gas-bearing capacity of the named complex is composed. Also the separate forecasts for presence of oil and gas deposits are done. Two centers of oil-gas-generation with different organic matter are outlined, and the periods of hydrocarbon fluids generation are determined. Using superposed temporal models of trap origination and hydrocarbon generation prospectivity of the diagnosed local structures is estimated.

By estimations, to increase reserves of gas and condensate, first of all, the wild-cat drilling is recommended within a southern group of local structures, which are considered high-promising and the most reliable objects according to seismic data. The predicted deposits are supposed to be small by amount of reserves, but their successful prospecting will afford to increase the resources of raw hydrocarbons in 25–30 % in comparison with the initial recoverable reserves of the fields being developed nowadays.

Keywords: очаг нефтегазообразования, генерация углеводородов, миграция, ловушка, аккумуляция, перспективы нефтегазоносности, Печоро-Кожвинский мегавал.

References

1. GOLUBEVA, I.A. and Ye.V. RODINA. Sosnogorsk gas-processing plant (Gazprom Pererabotka LLC) [Sosnogorskiy gazopererabatyvayushchiy zavod (ООО “Газпром переработка”)]. *Neftepereabotka i neftekhimiya*. 2015, no. 1, pp. 26–33. ISSN 0233-5727. (Russ.).
2. DANILOV, V.N., I.R. MAKAROVA and Yu.V. KOCHKINA. Description of dispersed organic matter in rocks at the southern part of Pechora-Kozhva megaswell [Kharakteristika rasseyannogo organicheskogo veshchestva porod yuzhnoy chasti Pechoro-Kozhvinского megavala] *Vesti gazovoy nauki: Issues for resource provision of gas-extractive regions of Russia [Problemy resurnogo obespecheniya gazodobyvayushchikh regionov Rossii]*. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2016, no. 1(25), pp. 176–189. ISSN 2306-8949. (Russ.).
3. DANILOV, V.N., A.V. MARTYNOV and Yu.V. KOCHKINA. Geological structure and history of territorial development of Pechora-Kozhva megaswell southern extremity [Geologicheskoye stroyeniye i istoriya razvitiya territorii yuzhnogo okonchaniya Pechoro-Kozhvinского megavala]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika* [online]. St.-Petersburg: All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIIGRI), 2016, vol. 11, no. 2 [viewed on 28 June 2017]. Available from: http://www.ngtp.ru/rub/4/24_2016.pdf. ISSN 2070-5379. (Russ.).
4. MAGOON, Leslie B. and Wallace G. DOW. *The petroleum system – from source to trap*. Tulsa, Oklahoma, USA: AAPG, 1994.