

## **ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕРХНЕГО ПАЛЕОЗОЯ И МЕЗОЗОЯ ВИЛЮЙСКОЙ ГЕМИСИНЕКЛИЗЫ**

*Алина Юрьевна Космачева*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник, e-mail: kosmachevaay@gmail.com

*Марина Олеговна Федорович*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3, к.г.-м.н., старший научный сотрудник, тел. (383) 330-89-24, e-mail: zahryaminamo@ipgg.sbras.ru

В статье проведено моделирование нефтегазоносных систем Вилюйской гемисинеклизы. Вилюйская гемисинеклиза, в административном отношении расположенная на территории Республики Саха (Якутия), рассматривается как самая глубокая депрессия Сибирской платформы. В работе описана катагенетическая и температурная история отложений нефтегазоматеринской толщи перми в мезозойское и кайнозойское время, определены области с наиболее интенсивной генерацией, количество аккумулированных углеводородов в породах-коллекторах и время формирования газовых и газоконденсатных залежей в образованиях верхней перми, нижнего триаса и нижней юры.

**Ключевые слова:** Вилюйская гемисинеклиза, моделирование нефтегазоносных систем, бассейновое моделирование, катагенетическая история, нефтегазоматеринская толща

## **THE FORMATION HISTORY OF HYDROCARBON DEPOSITS IN THE UPPER PALEOZOIC AND MESOZOIC ROCKS OF THE VILYUI HEMISYNECLISE**

*Alina Yu. Kosmacheva*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3, Akademika Koptyuga Ave., Junior Researcher, e-mail: kosmachevaay@gmail.com

*Marina O. Fedorovich*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3, Akademika Koptyuga Ave., Ph. D., Senior Researcher, tel: (383)330-89-24, e-mail: zahryaminamo@ipgg.sbras.ru

The paper is aimed at the basin and petroleum systems modeling in the Vilyui hemisyneclise located in the Republic of Sakha (Yakutia). The Vilyui hemisyneclise is known to be the deepest depression of the Siberian Platform. The research identifies maturity and temperature history of the Permian source rock in the Mesozoic and Cenozoic, kitchen areas, accumulation balance of hydrocarbons in reservoirs, trapping of gas and gas-condensate deposits in the Upper Permian, Lower Triassic, and Lower Jurassic rocks.

Funding: The reported study was funded by RFBR, project number 19-35-90039.

**Keywords:** Vilyui hemisyncline, petroleum system modeling, basin modeling, maturity history, source rock

Виллюйская гемисинеклиза, в административном отношении расположенная на территории Республики Саха (Якутия), представляет собой одну из наиболее изученных областей восточной части Сибирской платформы, так как за многие десятилетия был получен большой объем информации по отложениям верхнего палеозоя и мезозоя [1].

В 1932 г. Н.С. Шатский в рамках региональных геолого-съёмочных и геофизических работ выделил Лено-Виллюйскую впадину и Предверхоаянский краевой прогиб. В дальнейшем было выявлено несколько десятков локальных структур, на которых проводилось опорное, поисковое и разведочное бурение. В 1961 г. геофизическими методами в комплексе с глубоким бурением в пределах Виллюйской гемисинеклизы была выявлена крупная положительная структура – Хапчагайский мегавал. Дальнейшая концентрация работ на территории мегавала привела к открытию целого ряда газоконденсатных и газовых месторождений. В 1977 г. была выявлена другая крупная структура – Логлорский вал, где также были открыты месторождения газа и газоконденсата. Одновременно в пределах Линденской впадины, а также северо-западного и южного бортов гемисинеклизы проводились буровые работы, где были получены в основном отдельные газопроявления. Поиски возможных скоплений газа небольших размеров были признаны как малоэффективные [1, 2]. В настоящее время вновь наблюдается повышенный интерес к территории исследования [3].

Виллюйская гемисинеклиза рассматривается как самая глубокая депрессия Сибирской платформы. Фундамент гемисинеклизы сложен образованиями раннего архея, продолжением Алданского щита. Осадочный чехол, мощность которого может достигать 14 км, сложен образованиями рифея, венда, палеозоя и мезозоя [1, 2].

Согласно нефтегазогеологическому районированию Сибирской платформы территория исследования приурочена к Лено-Виллюйской нефтегазоносной провинции [4]. В тектоническом плане провинция занимает большую часть Виллюйской гемисинеклизы и Предверхоаянского краевого прогиба.

Залежи, расположенные на глубинах от 1 до 4 км, преимущественно пластовые сводовые и пластовые сводовые с литологическим экранированием [5]. Нефтегазоносность Виллюйской гемисинеклизы связана с терригенными отложениями верхней перми, нижнего триаса и нижней юры [1-3]. Основным генератором углеводородов (УВ) в образованиях верхнего палеозоя и мезозоя на территории Виллюйской гемисинеклизы является угленосная толща перми, обогащенная терригенным органическим веществом (ОВ) (III тип керогена [6]) [1, 7]. Мощность нефтегазоматеринской (НГМ) толщи перми на отдельных участках превышает 3 км.

Моделирование нефтегазоносных систем Виллюйской гемисинеклизы, выполненное в программном комплексе PetroMod, основывается на следующих входных данных:

- а) возраст и литологический состав стратиграфических комплексов;
- б) структурные карты по основным отражающим горизонтам;
- в) отражательная способность витринита ( $R_0$ ) с соответствующими глубинами замера;

- г) содержание ОВ ( $C_{org}$ ), тип керогена и углеводородный потенциал пород (НП);
- д) современные замеры пластовых температур по скважинам.

Калибровка теплового потока осуществлялась по данным лабораторных измерений отражательной способности витринита, проведенных в ИНГГ СО РАН [8]. Скачок катагенетической преобразованности ОВ, высокие палеотемпературы и тепловой поток в среднем девоне и на рубеже перми и триаса указывают на проявление тектоно-магматической активности на территории гемисинеклизы и прилегающих районах.

На рис. 1 представлены карты катагенетической преобразованности ОВ нижней и верхней частей НГМ толщи перми на конец накопления флюидоупоров нижнего триаса.

Органическое вещество в подошве угленосных отложений перми 248 млн лет назад в оленекское время претерпело существенные катагенетические преобразования на территории Линденской, Лунгхинской впадин, северо-восточной части Логлорского вала, а также на западе и востоке Хапчагайского мегавала. Генерация УВ протекала на юго-западном борту Логлорского вала, в центральной части Хапчагайского мегавала и наиболее приподнятых окраинных зонах гемисинеклизы. В кровле угленосных отложений перми 248 млн лет назад в оленекское время процессы интенсивного нефтегазообразования происходили главным образом на всей территории исследования. В настоящее время кровля НГМ толщи перми находится в главной зоне нефтеобразования (ГЗН) и главной зоне интенсивного газообразования (ГЗИГ) на территории Вилюйской гемисинеклизы.

На рис. 2 представлены карты палеотемператур в нижней и верхней частях НГМ толщи перми в оленекское время. Диапазон палеотемператур в подошве изменяется от 36 до 334, в кровле – от 31 до 217 °С. Максимальные значения соответствуют наиболее погруженным частям гемисинеклизы. К очагу генерации приурочена Линденская впадина, где ОВ пермской НГМ толщи подверглось наиболее высокому прогреву (рис. 2) и катагенезу (рис. 1). Количество аккумулярованных УВ в породах-коллекторах Вилюйской гемисинеклизы не превышает 0,1 % от генерированных. На открытых месторождениях данный параметр достигает 0,7 % [8].

Таким образом, в настоящее время кровля НГМ толщи перми находится в ГЗН и ГЗИГ в пределах Вилюйской гемисинеклизы. На время накопления флюидоупоров нижнего триаса и нижней юры протекали процессы генерации и миграции УВ. Заполнение ловушек УВ предположительно происходило в нижнемеловое время, когда были сформированы структуры современного плана. Наиболее интенсивные процессы образования УВ зафиксированы в пределах Линденской впадины.

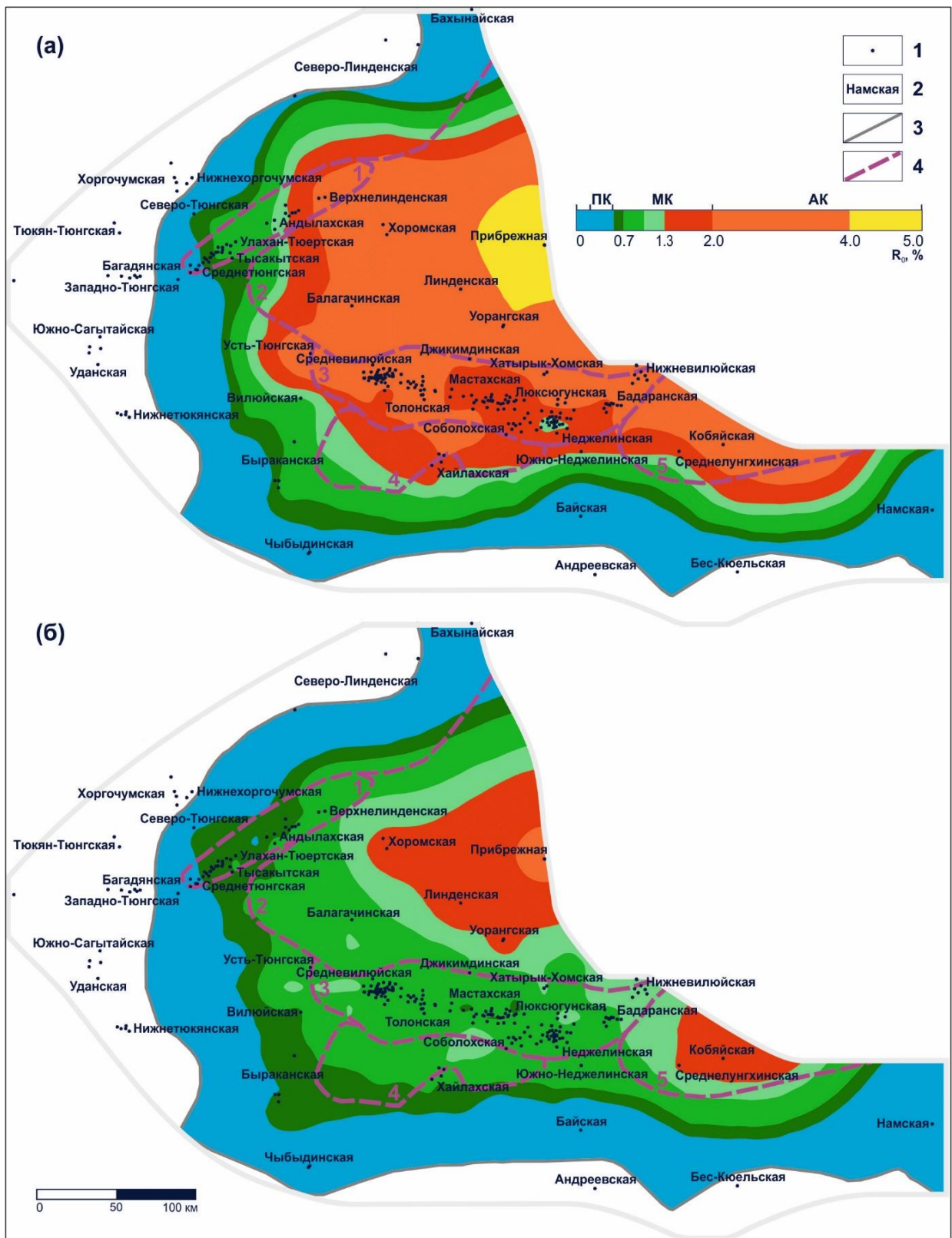


Рис. 1. Катагенетическая преобразованность ОВ нижней (а) и верхней (б) частей НГМ толщи перми в оленекское время (248 млн лет назад):

1 – скважина, 2 – площадь бурения, 3 – зона отсутствия отложений, 4 – границы структур (1 – Логлорский вал, 2 – Линденская впадина, 3 – Хапчагайский мегавал, 4 – Тангнарынская впадина, 5 – Лунгхинская впадина)

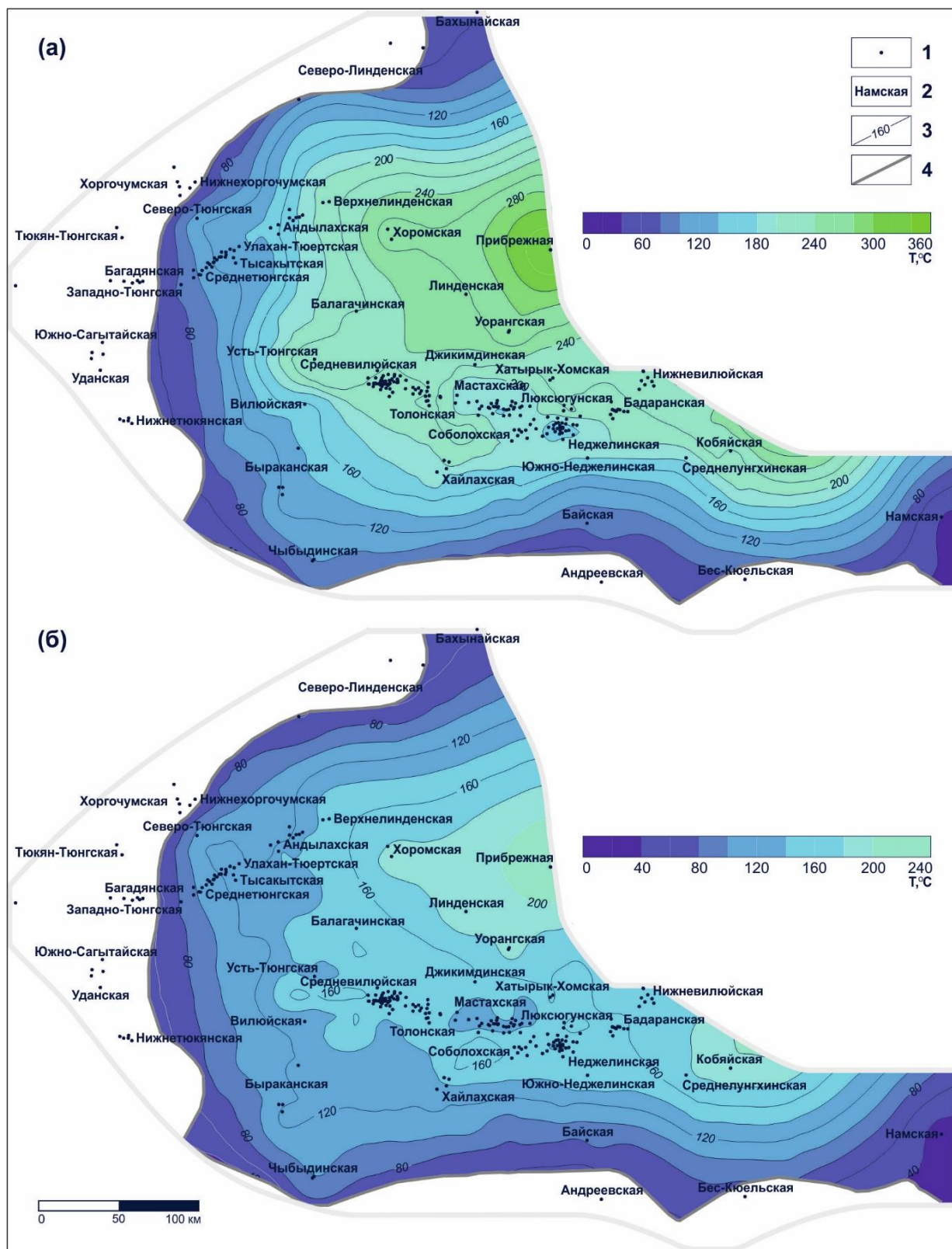


Рис. 2. Палеотемпературы в нижней (а) и верхней (б) частях НГМ толщи перми в оленекское время (248 млн лет назад)  
 1 – скважина, 2 – площадь бурения, 3 – изолиния (°C), 4 – зона отсутствия отложений.



*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90039.*

*Авторы выражают благодарность д.г.-м.н. А.Н. Фомину за предоставленную возможность использовать геохимические данные.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конторович А.Э., Гребенюк В.В., Фрадкин Г.С., Бакин В.Е., Дивина Т.А., Зотеев А.М., Матвеев В.Д., Матвеев А.И., Микуленко К.И., Полякова И.Д., Сафронов А.Ф., Соболева Е.И., Хмелевский В.Б. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Лено-Виллюйский бассейн. – Новосибирск: СО РАН, 1994. – 107 с.
2. Конторович А.Э., Сурков В.С., Трофимук А.А. Геология нефти и газа Сибирской платформы. – М.: Недра, 1981. – 552 с.
3. Ситников В.С., Алексеев Н.Н., Павлова К.А., Погодаев А.В., Слепцова М.И. Новейший прогноз и актуализация освоения нефтегазовых объектов Виллюйской синеклизы // Нефтегазовая геология. Теория и практика [Электронный ресурс]. – 2017. – Т.12. – № 1. – Режим доступа: [http://www.ngtp.ru/rub/6/9\\_2017.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/6/9_2017.pdf)
4. Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Вальчак В.И., Губин И.А., Гордеева А.О., Кузнецова Е.Н., Конторович В.А., Моисеев С.А., Скузоватов М.Ю., Фомин А.М. Нефтегазогеологическое районирование Сибирской платформы (уточненная версия) // Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология: Сб. материалов Междунар. науч. конф. Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017 (Новосибирск, 17-21 апр. 2017 г.). – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – Т. 1. – С. 57-64.
5. Гурова Т.И., Кузнецова В.Н., Рояк Р.С. Резервуары нефти и газа верхнепермских и мезозойских отложений Хатангско-Виллюйской нефтегазоносной провинции // Литология резервуаров нефти и газа в мезозойских и палеозойских отложениях Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. – С. 63-74.
6. Богородская Л.И., Конторович А.Э., Ларичев А.И. Кероген: Методы изучения, геохимическая интерпретация. – Новосибирск: СО РАН, филиал «ГЕО», 2005. – 254 с.
7. Каширцев В.А., Сафронов А.Ф., Изосимова А.Н., Чалая О.Н., Зуева И.Н., Трущева Г.С., Лифшиц С.Х., Карелина О.С. Геохимия нефтей востока Сибирской платформы. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2009. – 180 с.
8. Федорович М.О., Космачева А.Ю., Поспеева Н.В. Одномерное моделирование нефтегазоносных систем (бассейновое моделирование) в разрезе скважины Толонского месторождения Республики Саха (Якутия) // Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 5. – С. 31-35.

#### REFERENCES

1. Kontorovich A.E., Grebenyuk V.V., Fradkin G.S., Bakin V.E., Divina T.A., Zoteyev A.M., Matveyev V.D., Matveyev A.I., Mikulenko K.I., Polyakova I.D., Safronov A.F., Soboleva E.I., Khmelevskiy V.B. Neftegazonosnyye basseyny i regiony Sibiri. Leno-Vilyuyskiy basseyn. – Novosibirsk: SO RAN. 1994. – 107 s.
2. Kontorovich A.E., Surkov V.S., Trofimuk A.A. Geologiya nefiti i gaza Sibirskoy platformy. – M.: Nedra. 1981. – 552 s.
3. Sitnikov V.S., Alekseyev N.N., Pavlova K.A., Pogodayev A.V., Sleptsova M.I. Noveyshiyy prognoz i aktualizatsiya osvoyeniya neftegazovykh obyektov Vilyuyskoy sineklizy // Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika [Elektronnyy resurs]. – 2017. – T.12. – № 1. – Rezhim dostupa: [http://www.ngtp.ru/rub/6/9\\_2017.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/6/9_2017.pdf).
4. Kontorovich A.E., Burshteyn L.M., Valchak V.I., Gubin I.A., Gordeyeva A.O., Kuznetsova E.N., Kontorovich V.A., Moiseyev S.A., Skuzovатов M. Yu., Fomin A.M. Neftegazogeologicheskoye rayonirovaniye Sibirskoy platformy (utochnennaya versiya) // Nedropolzovaniye. Gornoye delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopayemykh.

Geoekologiya: Sb. materialov Mezhdunar. nauch. konf. Interekspo GEO-Sibir-2017 (Novosibirsk. 17-21 apr. 2017 g.). – Novosibirsk: SGUGiT. 2017. – T. 1. – S. 57-64.

5. Gurova T.I., Kuznetsova V.N., Royak R.S. Rezervuary nefi i gaza verkhnepermskikh i mezozoyskikh otlozheniy Khatangsko-Vilyuyskoy neftegazonosnoy provintsii // Litologiya rezervuarov nefi i gaza v mezozoyskikh i paleozoyskikh otlozheniyakh Sibiri. – Novosibirsk: SNIIGGiMS. 1982. – С. 63-74.

6. Bogorodskaya L.I., Kontorovich A.E., Larichev A.I. Kerogen: Metody izucheniya. geokhimicheskaya interpretatsiya. – Novosibirsk: SO RAN. filial «GEO». 2005. – 254 s.

7. Kashirtsev V.A., Safronov A.F., Izosimova A.N., Chalaya O.N., Zuyeva I.N., Trushcheleva G.S., Lifshits S.Kh., Karelina O.S. Geokhimiya neftey vostoka Sibirskoy platformy. – Yakutsk: YaNTs SO RAN. 2009. – 180 s.

8. Fedorovich M.O., Kosmacheva A.Yu., Pospeyeva N.V. Odnomernoye modelirovaniye neftegazonosnykh sistem (basseynovoye modelirovaniye) v razreze skvazhiny Tolonskogo mes-torozhdeniya Respubliki Sakha (Yakutiya) // Neftyanoye khozyaystvo. – 2020. – № 5. – S. 31-35.

© *A. Ю. Космачева, М. О. Федорович, 2021*