

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/7\\_2021](https://doi.org/10.17353/2070-5379/7_2021)

УДК 552.578.061.32.001.57(571.56)

**Космачева А.Ю., Федорович М.О.**Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, [kosmachevaay@gmail.com](mailto:kosmachevaay@gmail.com), [zahryaminamo@ipgg.sbras.ru](mailto:zahryaminamo@ipgg.sbras.ru)

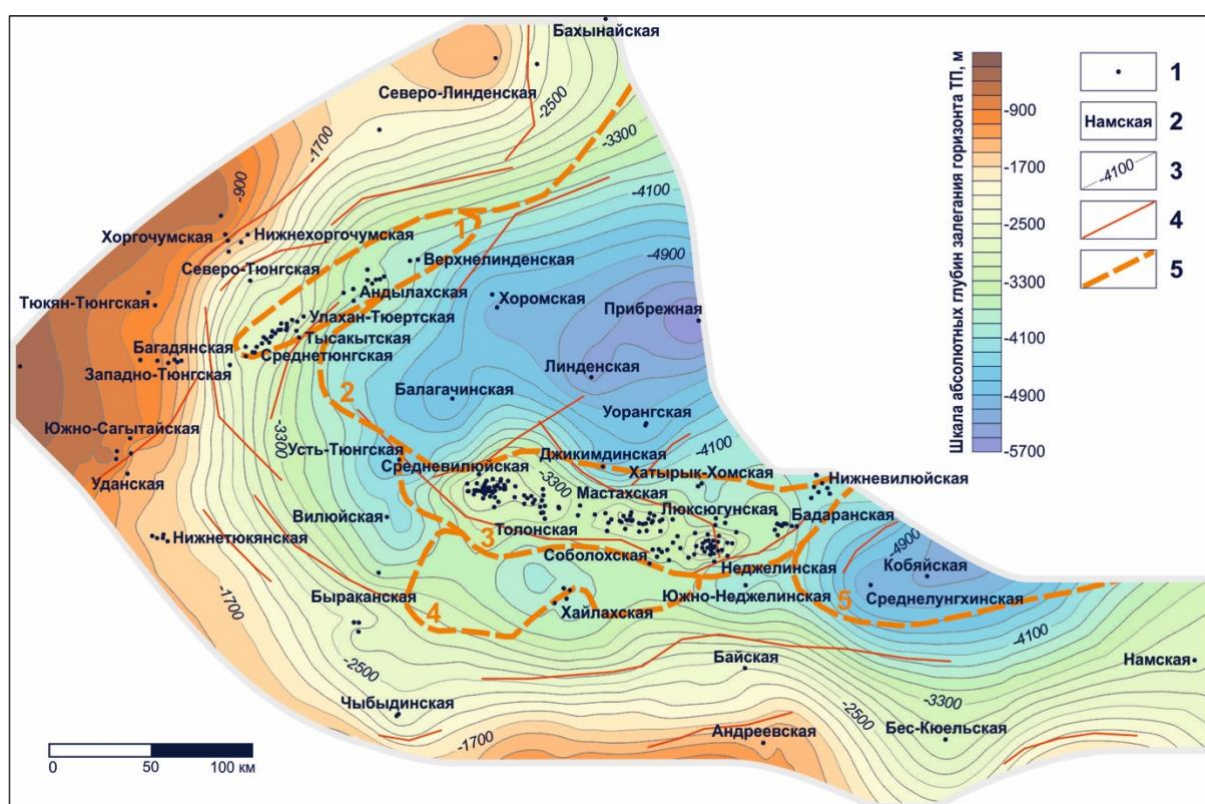
## **К ВОПРОСУ О НЕФТЕГАЗОПРОИЗВОДЯЩИХ ТОЛЩАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЛОГЛОРСКОГО ВАЛА НА ОСНОВЕ ОДНОМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ СИСТЕМ (АНДЫЛАХСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))**

*Для реконструкции процесса термической эволюции нефтегазопроизводящих пород использованы одномерные модели нефтегазоносных систем. Выполнено моделирование в разрезе скважины Андылахского месторождения (Республика Саха (Якутия)), в тектоническом отношении расположенного в центральной части Логлорского вала Вилюйской гемисинеклизы. Моделирование направлено на восстановление истории погружения осадочных комплексов, изменения отражательной способности витринита, температуры и катагенетической трансформации керогена нефтегазопроизводящих толщ в палеозойское, мезозойское и кайнозойское время, оценку масштабов генерации углеводородов и остаточного потенциала нефтегазопроизводящих толщ. Зрелость органического вещества куонамских отложений соответствует стадиям апокатагенеза. Зрелость угленосных пород перми, обладающих значительным остаточным потенциалом, соответствует главной зоне нефтеобразования и главной зоне интенсивного газообразования. На рубеже палеозоя и мезозоя зафиксированы быстрое погружение осадков, максимальные значения теплового потока, температуры и скачок катагенетической преобразованности органического вещества, что свидетельствует о проявлении траппового магматизма.*

**Ключевые слова:** *нефтегазопроизводящая толща, бассейновое моделирование, Андылахское месторождение, Логлорский вал, Вилюйская гемисинеклиза, Республика Саха (Якутия).*

Современный этап развития нефтегазового комплекса России обусловлен формированием государственной энергетической политики на востоке страны, повышением интереса со стороны нефтегазовых компаний и развитием трубопроводной инфраструктуры как главного импульса для активного освоения месторождений нефти и газа Восточной Сибири [Конторович и др., 2014]. Вилюйская гемисинеклиза, в административном отношении расположенная на территории Республики Саха (Якутия), является крупной краевой депрессией Сибирской платформы. Перспективы нефтегазоносности Вилюйской гемисинеклизы в основном связаны с породами перми и триаса, в которых сосредоточено более 50% ресурсов свободного газа. Одна из крупных зон газонакопления приурочена к Логлорскому валу, где открыты Среднетюнгское и Андылахское газоконденсатные месторождения [Арчеггов, Степанов, 2009; Геология нефти и газа..., 1981].

Логлорский вал, с запада примыкающий к Линденской впадине, в рельефе кровли верхнепермских отложений выражен слабо – плавными изгибами изогипс (рис. 1). Структура, вытянутая в северо-восточном направлении, сосредоточена между изолиниями с абсолютными отметками -2700 и -4100 м, ее протяженность достигает около 90 км. Южное крыло вала осложнено дизъюнктивными нарушениями северо-восточной ориентировки. Структурные планы по отражающим горизонтам верхнего палеозоя и мезозоя носят унаследованный характер. Главный этап формирования структур современного плана Вилюйской гемисинеклизы связан с нижнемеловым временем, что обуславливается проявлением интенсивной тектонической активности.



**Рис. 1. Структурная карта кровли верхнепермских отложений (отражающий горизонт ТП)**  
 1 – скважина; 2 – название площади бурения; 3 – изогипсы, м; 4 – дизъюнктивные нарушения; 5 – границы структур I-го порядка (1 – Логлорский вал, 2 – Линденская впадина, 3 – Хатчагайский мегавал, 4 – Тангнарынская впадина, 5 – Лунгхинская впадина).

Андылахское месторождение открыто в 1985 г., в его пределах пробурены 9 скважин. В тектоническом отношении находится в центральной части Логлорского вала Вилюйской гемисинеклизы. Согласно нефтегазогеологическому районированию Сибирской платформы входит в Лено-Вилюйскую нефтегазоносную провинцию [Конторович и др., 2017]. Глубина залегания продуктивных горизонтов изменяется от 3000 до 4000 м. Флюидоупорами для залежей верхней перми и нижнего триаса являются вулканогенно-глинистые породы неджелинской и мономской свит, формировавшиеся в индское и оленекское время,

соответственно [Нефтегазоносные бассейны..., 1994; Геология нефти и газа..., 1981]. По состоянию на 01.01.2018 г. в пределах Андылахского участка извлекаемые запасы газа по категории С<sub>1</sub> составляют 7,789 млрд. м<sup>3</sup>, конденсата – 0,591 млн. т [Андылахское газоконденсатное..., 2021].

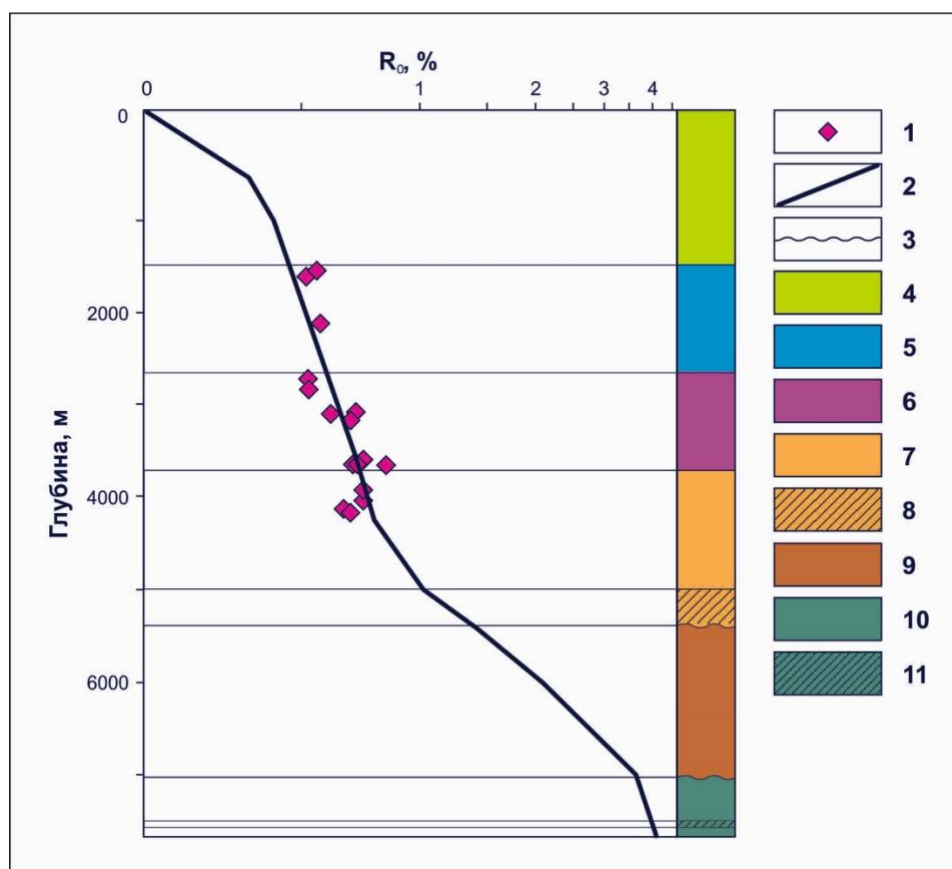
Генерация жидких углеводородов (УВ) на территории Виллойской гемисинеклизы может быть связана с ниже- и среднекембрийскими отложениями куонамской свиты и ее стратиграфическими аналогами глинисто-карбонатного и кремнисто-карбонатно-глинистого состава. Современные содержания органического углерода (С<sub>орг</sub>) превышают 3%, увеличиваясь в отдельных пластах аргиллитов до 10% и более. Значение водородного индекса (НИ) изменяется от 338 до 614 мг УВ/гС<sub>орг</sub> [Нефтегазоносные бассейны..., 1994; Парфенова и др., 2010]. Мощность куонамских отложений, уникально обогащенных аквагенным органическим веществом (ОВ) (II тип керогена [Кероген: Методы изучения..., 2005]), в пределах исследуемого разреза составляет не более 30 м.

Нефтегазопроизводящей (НГП) толщей для скоплений УВ верхнего палеозоя и мезозоя на территории Виллойской гемисинеклизы являются угленосные отложения перми. Концентрации С<sub>орг</sub> в углистых алевролитах и аргиллитах не превышают 5,0%, в глинисто-алевролитовых пачках – 1,9%, в песчаных – 0,3%. Значения водородного индекса (НИ) – 200 мгУВ/гС<sub>орг</sub> [Нефтегазоносные бассейны..., 1994; Фомин, Долженко, Меленевский, 2016]. Мощность угленосных пород перми, обогащенных террагенным ОВ (III тип керогена [Кероген: Методы изучения..., 2005]), в пределах Логлорского вала достигает 400 м.

Для реконструкции процесса термической эволюции НГП пород используются одномерные модели нефтегазоносных систем. Моделирование в разрезе скв. Андылахская 245 выполнено в программном комплексе PetroMod [PetroMod Petroleum..., 2011]. Скважина на забое вскрыла пермские отложения и пробурена до глубины 4000 м. В основу модели положены следующие входные данные:

- возраст, структурные характеристики и литологический состав стратиграфических комплексов;
- отражательная способность витринита (R<sub>0</sub>) с соответствующими глубинами замера;
- содержание ОВ (С<sub>орг</sub>), тип керогена и углеводородный потенциал пород (НИ).

Калибровка теплового потока производилась по данным лабораторных измерений отражательной способности витринита, проведенных в ИНГГ СО РАН (рис. 2). Наблюдается удовлетворительное совпадение результатов модельных расчетов и фактических замеров отражательной способности витринита.



**Рис. 2. Диаграмма результатов калибровки теплового потока по отражательной способности витринита в разрезе скв. 245 Андылахского месторождения**

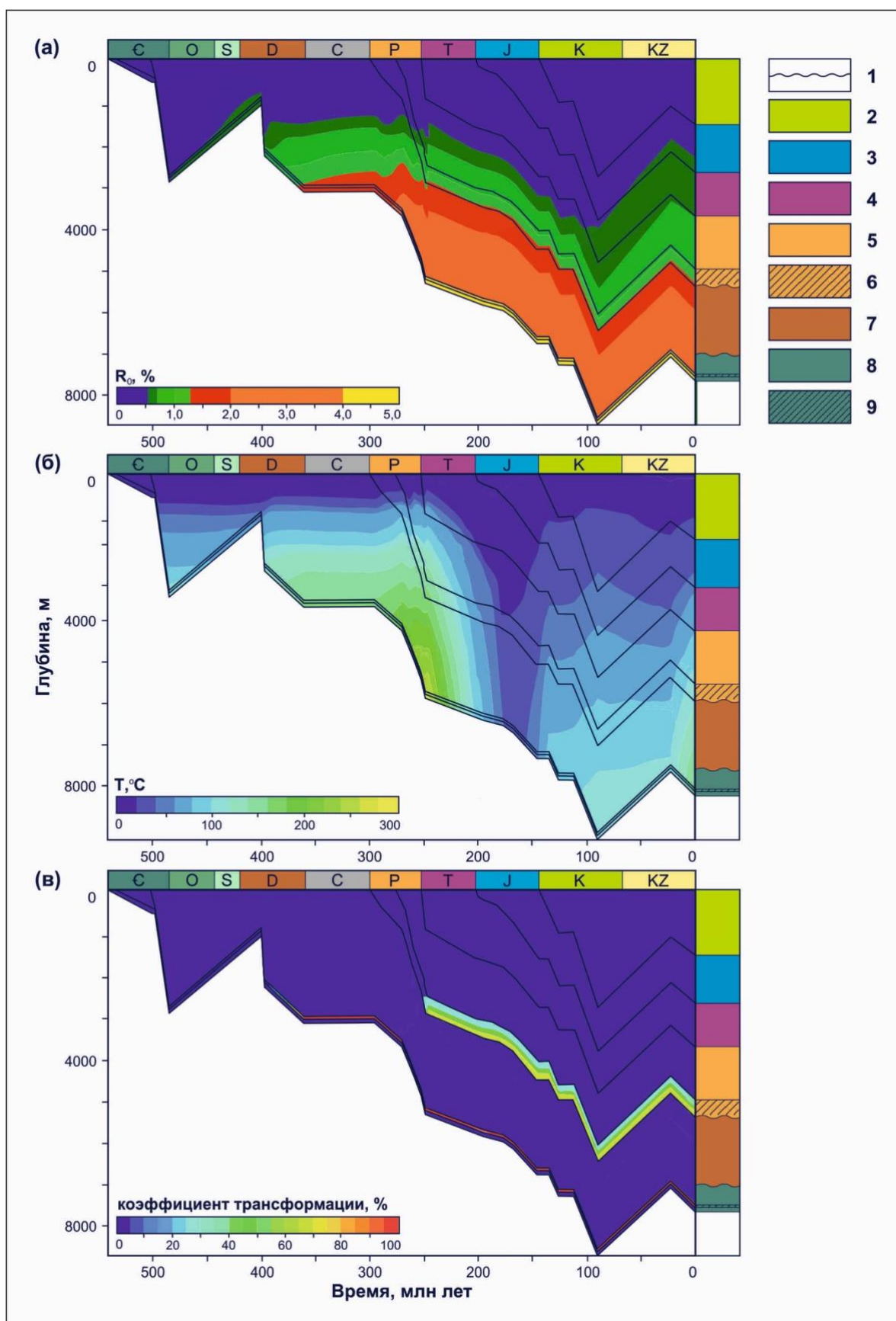
Значения отражательной способности витринита: 1 – фактические, 2 – расчетные; 3 – перерыв в осадконакоплении; отложения: 4 – мела, 5 – юры, 6 – триаса, 7 – перми; НГП: 8 - перми, 9 – девона, 10 – кембрия, 11 – куонамского комплекса.

Исследование направлено на восстановление истории погружения осадочных комплексов, анализ изменения отражательной способности витринита, температуры и катагенетической трансформации керогена ОВ НГП толщ в палеозойское, мезозойское и кайнозойское время, оценку масштабов генерации УВ и остаточного потенциала НГП толщ.

История погружения осадочных комплексов в разрезе скв. Андылахская 245 в палеозойское, мезозойское и кайнозойское время продемонстрирована на рис. 3. Выделяются два этапа быстрого погружения. Девонский этап обусловлен проявлением континентального рифтогенеза, когда произошло заложение Вилюйской системы грабенов, над которыми впоследствии развивался обширный осадочный бассейн. Второй этап быстрого погружения в течение 5-10 млн. лет, сопровождающийся резким повышением температуры в осадках, фиксируется на рубеже перми и триаса во время извержения пермотриасовых сибирских траппов [Полянский и др., 2013, 2018].

История изменения отражательной способности витринита в разрезе скв. Андылахская 245 в палеозойское, мезозойское и кайнозойское время показана на рис. 3а.





**Рис. 3. Диаграммы истории погружения осадочных комплексов и изменения отражательной способности витринита (а), температуры (б), катагенетической трансформации керогена (в) в разрезе скв. 245 Андылахского месторождения**

*1 – перерыв в осадконакоплении; отложения: 2 – мела, 3 – юры, 4 – триаса, 5 – перми; НГП: 6 – перми, 7 – девона, 8 – кембрия, 9 – куонамского комплекса.*

Необходимо отметить, что на территории Вилюйской гемисинеклизы изучить процессы катагенеза практически во всем диапазоне превращений удалось в разрезе скважины Средневилюйского месторождения, расположенного в пределах западной части Хапчагайского мегавала (см. рис. 1). Скв. Средневилюйская 27 пробурена до глубины 6519 м, где нижние 500 м разреза представлены угленосной формацией верхнего карбона и перми. [Нефтегазоносные бассейны..., 1994; Полякова, Богородская, Соболева, 1991]. По данным углепетрографических исследований установленные нижние границы зон мезокатагенеза представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Нижние границы зон мезокатагенеза органического вещества Средневилюйской площади**  
[Нефтегазоносные бассейны..., 1994; Полякова, Богородская, Соболева, 1991]

Градация мезокатагенеза	Глубина погружения, м	R <sub>0</sub> , %
МК <sub>1</sub> <sup>1</sup>	3000	0,60
МК <sub>1</sub> <sup>2</sup>	4000	0,85
МК <sub>2</sub>	4500	1,15
МК <sub>3</sub> <sup>1</sup>	4800	1,55
МК <sub>3</sub> <sup>2</sup>	5100	2,00

В соответствии с границами зон мезокатагенеза породы куонамского комплекса погрузились в главную зону нефтеобразования (ГЗН) на глубине 2800 м 480 млн. лет назад в тремадокское время, в главную зону интенсивного газообразования (ГЗИГ) – на глубине 2760 м 370 млн. лет назад в фаменское время и подверглись процессам апокатагенеза на глубине 3400 м 275 млн. лет назад в кунгурское время. К моменту формирования неджелинского и мономского флюидоупоров ОВ куонамских отложений уже претерпело глубокие катагенетические преобразования, и залежи УВ, генерированные аквагенным ОВ, не сохранились, также как и девонские залежи УВ, генерированные куонамской свитой, так как на настоящий момент времени кровля девонских отложений в разрезе скв. Андылахская 245 находится в зоне сильных преобразований. Угленосная толща перми достигла начальной стадии мезокатагенеза на глубине 1660 м 257 млн. лет назад в вятское время, позднего мезокатагенеза - на глубине 2870 м 245 млн. лет назад в анизийское время. На данный момент НПП толща перми генерирует УВ. Верхняя часть толщи находится в ГЗН, нижняя – в ГЗИГ.

Проявление траппового вулканизма на границе палеозоя и мезозоя обусловило образование вулканогенно-терригенной толщи нижнего триаса, в основании которой залегает неджелинская свита [Геология нефти и газа..., 1981]. В пределах Андылахского месторождения литификация отложений неджелинской и мономской свит до способности удерживать УВ [Овчаренко и др., 2007] произошла 195 млн. лет назад в синемюрское время.

Существовали благоприятные условия для накопления залежей УВ, генерированных

преимущественно террагенным ОБ, в резервуарах верхней перми и нижнего триаса. В нижнемеловое время на момент образования структур – потенциальных ловушек УВ породы-покрышки сформировались, и в пермской угленосной толще протекали процессы генерации УВ.

Обусловленный мгновенным в масштабах геологического времени нагревом ОБ отложений перми скачок катагенеза, который произошел на границе перми и триаса (см. рис. 3а), указывает на проявление траппового вулканизма [Геология нефти и газа..., 1981; Kutovaya et al., 2019]. Позднепермско-раннетриасовый этап характеризуется повышенными значениями теплового потока и температуры (рис. 3б). Плотность теплового потока в индское время (251 млн. лет) достигает  $89 \text{ мВт/м}^2$ , современные значения составляют  $52 \text{ мВт/м}^2$  [Дучков, Соколова, Аюнов, 2013]. Температура на границе палеозоя и мезозоя в куонамских отложениях достигает  $268^\circ\text{C}$  на глубине 5130 м, в угленосной толще перми –  $141^\circ\text{C}$  на глубине 2260 м. Современные значения для данных пород изменяются в диапазоне от  $100$  до  $150^\circ\text{C}$  [Дучков, Соколова, Аюнов, 2013; Полянский и др., 2013] (см. рис. 3б).

История изменения катагенетической трансформации керогена в разрезе скв. Андылахская 245 в палеозойское, мезозойское и кайнозойское время показана на рис. 3в. Коэффициент катагенетической трансформации куонамских отложений приближается к 100% в уфимское время (275 млн. лет) на глубине 3440 м, и на современном этапе породы полностью исчерпали свой генерационный потенциал. В настоящее время в подошве НПП толщи перми отношение образованных керогеном УВ к общему количеству УВ, которые могли быть генерированы керогеном, составляет 66%, в кровле – 27%.

По результатам количественной оценки масштабов генерации УВ куонамскими отложениями и угленосной толщей перми генерировано 6 и 17 млрд. т условных УВ (УУВ), соответственно. Нереализованный УВ потенциал пермских пород составляет почти 16 млрд. т УУВ. Количество аккумулированных УВ в ловушках не превышает 0,7% от генерированных [PetroMod Petroleum..., 2011], что соответствует запасам УВ в пределах Андылахского месторождения [Андылахское газоконденсатное..., 2021].

Моделирование нефтегазоносных систем, выполненное в разрезе скважины Андылахского газоконденсатного месторождения, позволяет сделать следующие выводы.

1. ОБ куонамских отложений, которые погрузились на значительную глубину, претерпело существенные превращения, что свидетельствует о том, что среднекембрийские породы прошли не только ГЗН, но и ГЗИГ до момента накопления флюидоупоров нижнего триаса.

2. НПП толща перми достигла начальной стадии мезокатагенеза 257 млн лет назад на глубине 1660 м. Залежи УВ могли накапливаться в резервуарах верхней перми и нижнего

триаса. В нижнемеловое время на момент образования структур неджелинской и мономской флюидоупоры сформировались, и процессы генерации УВ протекали в пермской угленосной толще.

3. На рубеже палеозоя и мезозоя зафиксированы быстрое погружение осадков, максимальные значения теплового потока, температуры и скачок катагенетической преобразованности ОБ, что свидетельствует о наличии трапповых тел.

4. Куонамские отложения не являются НГП толщей для скоплений УВ в верхнепермских и нижнетриасовых залежах. Зрелость НГП пород перми соответствует ГЗН и ГЗИГ, а коэффициент катагенетической трансформации керогена составляет в среднем 47%, что позволяет предполагать дальнейшие процессы нефтегазообразования.

5. Куонамскими отложениями генерировано 6 млрд. т, угленосной толщей перми – 17 млрд. т, остаточный УВ потенциал пермских пород достигает 16 млрд. т УУВ.

*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.*

### Литература

Андылахский участок // Бизнес-портал NEDRADV. – [https://nedradv.ru/nedradv/ru/find\\_place?obj=f2f5e2370b07304ef3b5b8e4914bf651](https://nedradv.ru/nedradv/ru/find_place?obj=f2f5e2370b07304ef3b5b8e4914bf651)

Арчegov В.Б., Степанов В.А. История нефтегазогеологических работ на территории Сибирской платформы и сопредельных структур // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2009. - Т.4. - № 1. - [http://www.ngtp.ru/rub/4/4\\_2009.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/4_2009.pdf)

Геология нефти и газа Сибирской платформы / А.Э. Конторович, В.С. Сурков, А.А. Трофимук. - М.: Недра, 1981. - 552 с.

Дучков А.Д., Соколова Л.С., Аюнов Д.Е. Электронный геотермический атлас Сибири и Дальнего Востока // Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология: сб. материалов Междунар. науч. конф. Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013 (г. Новосибирск, 15-26 апреля 2013 г.). - Новосибирск: СГГА, 2013. - Т. 3. - С. 153-157.

Кероген: Методы изучения, геохимическая интерпретация / Л.И. Богородская, А.Э. Конторович, А.И. Ларичев. - Новосибирск: СО РАН, филиал «ГЕО», 2005. - 254 с.

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 (г. Новосибирск, 17-21 апреля 2017 г.). - Новосибирск: СГУГиТ, 2017. - Т.1. - С.57-64.

*Конторович А.Э., Эдер Л.В., Филимонова И.В., Мусеев С.А.* Состояние и проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы углеводородов в Восточной Сибири и Республике Саха (Якутия) // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2014. - № 6. - С. 15-27.

Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Лено-Виллюйский бассейн / А.Э. Конторович. - Новосибирск: СО РАН, 1994. - 107 с.

*Овчаренко А.В., Ермаков Б.В., Мятчин К.М., Шлезингер А.Е.* Флюидоупоры в месторождениях углеводородов // Литология и полезные ископаемые. - 2007. - № 2. - С. 201-213.

*Парфенова Т.М., Конторович А.Э., Борисова Л.С., Меленевский В.Н.* Кероген куонамской свиты кембрия // Геология и геофизика. - 2010. - Т.51. - №3. - С.353-363.

*Полякова И.Д., Богородская Л.И., Соболева Е.И.* Преобразования органического вещества угленосных отложений Виллюйской синеклизы на больших глубинах // Геохимия нефтегазоносных отложений Сибири. - Новосибирск: СНИИГГиМС, 1991. - С. 48-57.

*Полянский О.П., Прокопьев А.В., Бабичев А.В., Коробейников С.Н., Ревердатто В.В.* Рифтогенная природа формирования Виллюйского бассейна (Восточная Сибирь) на основе реконструкций осадконакопления и механико-математических моделей // Геология и геофизика. - 2013. - Т. 54. - № 2. - С. 163-183.

*Полянский О.П., Прокопьев А.В., Королева О.В., Томшин М.Д., Ревердатто В.В., Бабичев А.В., Свердлова В.Г., Васильев Д.А.* Природа теплового источника базитового магматизма при формировании Виллюйского рифта на основе данных о возрасте дайковых поясов и численного моделирования // Геология и геофизика. - 2018. - Т.59. - №10. - С. 1519-1541.

*Фомин А.Н., Долженко К.В., Меленевский В.Н.* Прогноз зон генерации жидких и газообразных углеводородов в центральной части Виллюйской синеклизы (на примере сверхглубокой скважины Средневиллюйская 27) // Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология: сб. материалов Междунар. науч. конф. Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016 (г. Новосибирск, 18-22 апреля 2016 г.). - Новосибирск: СГУГиТ, 2016. - Т.1. - С.26-30.

*Kutovaya A., Kroeger K.F., Seebeck H., Back S., Littke R.* Thermal effects of magmatism on surrounding sediments and petroleum systems in the northern offshore Taranaki Basin, New Zealand // Geosciences. - 2019. - Vol. 9. - <https://www.mdpi.com/2076-3263/9/7/288/htm>

PetroMod Petroleum Systems Modeling // Schlumberger Information Solutions. - 2011. - 256 p.

**Kosmacheva A.Yu., Fedorovich M.O.**

A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia, kosmachevaay@gmail.com, zahryaminamo@ipgg.sbras.ru

**REVISING SOURCE ROCKS OF THE CENTRAL PART OF LOGLOR STRUCTURE  
ACCORDING TO ONE-DIMENSIONAL PETROLEUM SYSTEM MODELING  
(ANDYLAKH FIELD, THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA))**

*One-dimensional models of petroleum systems are widely used to reconstruct the process of the source rocks thermal evolution. The paper is aimed at the modeling in a well section of the Andylakh gas condensate field - the Republic of Sakha (Yakutia). Tectonically, it is confined to the central part of the Loglor structure located in the Vilyuy hemisyncline. The modeling identifies the burial history of the sedimentary section, history of vitrinite reflectance, temperature, and transformation ratio of the source rock kerogen during the Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic time, quantitative evaluation of generation power and remaining potential of the source rocks. The Kuonam organic matter is assumed to be overmature. The Permian source rock is found to be in the oil and gas windows at the present time. The Permian source rock is of significant petroleum generation capability. Maximum heat flow and temperature values, rapid subsidence of the sedimentary section and change in organic matter maturity in the Late Permian and Early Triassic imply trap rocks in the sedimentary cover.*

**Keywords:** petroleum system modeling, source rock, Andylakh field, Loglor structure, Vilyui hemisyncline, Republic of Sakha (Yakutia).

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

**References**

*Andylakhskiy uchastok* [Andylakh area]. Biznes-portal NEDRADV. - [https://nedradv.ru/nedradv/ru/find\\_place?obj=f2f5e2370b07304ef3b5b8e4914bf651](https://nedradv.ru/nedradv/ru/find_place?obj=f2f5e2370b07304ef3b5b8e4914bf651)

Arhegov V.B., Stepanov V.A. *Istoriya neftegazogeologicheskikh rabot na territorii Sibirskoy platformy i sopredel'nykh struktur* [History of geological prospecting and exploration for oil-and- gas at the area of Siberian platform and surrounding regions] Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika, 2009, vol. 4, no. 1, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/4/4\\_2009.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/4_2009.pdf)

Duchkov A.D., Sokolova L.S., Ayunov D.E. *Elektronnyy geotermicheskiy atlas Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Electronic geothermal atlas of Siberia and Far East]. Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Nove napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Geoekologiya: sb. materialov Mezhdunar. nauch. konf. Interekspo GEO-Sibir'-2013 (Novosibirsk, 15-26 April, 2013). Novosibirsk: SGGGA, 2013, vol. 3, pp. 153-157.

Fomin A.N., Dolzhenko K.V., Melenevskiy V.N. *Prognoz zon generatsii zhidkikh i gazoobraznykh uglevodorodov v tsentral'noy chasti Vilyuyskoy sineklizy (na primere sverkhglubokoy skvazhiny Srednevilyuyskaya 27)* [Prediction of liquid and gaseous hydrocarbons generation areas in the central part of Vilyuy syncline (through the example of Srednevilyuy-27 superdeep well)]. Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Geoekologiya: sb. materialov Mezhdunar. nauch. konf. Interekspo GEO-Sibir'-2016 (Novosibirsk, 18-22 April, 2016). Novosibirsk: SGUGiT, 2016, vol. 1, pp. 26-30.

*Geologiya nefiti i gaza Sibirskoy platformy* [Geology of oil and gas of the Siberian platform]. A.E. Kontorovich, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk. Moscow: Nedra, 1981, 552 p.

*Kerogen: Metody izucheniya, geokhimicheskaya interpretatsiya* [Kerogen: research techniques, geochemical interpretation]. L.I. Bogorodskaya, A.E. Kontorovich, A.I. Larichev. Novosibirsk: SO RAN, filial «GEO», 2005, 254 p.

Kontorovich A.E., Burshteyn L.M., Val'chak V.I., Gubin I.A., Gordeeva A.O., Kuznetsova E.N., Kontorovich V.A., Moiseev S.A., Skuzovatov M.Yu., Fomin A.M. *Neftegazogeologicheskoe rayonirovanie Sibirskoy platformy (utochnennaya versiya)* [Petroleum-

geological regionalization of the Siberian platform]. Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Geokologiya: sb. materialov Mezhdunar. nauch. konf. Interekspo GEO-Sibir'-2017 (Novosibirsk, 17-21 April, 2017). Novosibirsk: SGUGiT, 2017, vol. 1, pp. 57-64.

Kontorovich A.E., Eder L.V., Filimonova I.V., Moiseev S.A. *Sostoyanie i problemy vosproizvodstva mineral'no-syr'evoy bazy uglevodorodov v Vostochnoy Sibiri i Respublike Sakha (Yakutiya)* [The current state and challenges of the replacement of the hydrocarbons resources of in Eastern Siberia and the Republic of Sakha (Yakutia)]. Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie, 2014, no. 6, pp.15-27.

Kutovaya A., Kroeger K.F., Seebeck H., Back S., Littke R. Thermal effects of magmatism on surrounding sediments and petroleum systems in the northern offshore Taranaki Basin, New Zealand. Geosciences, 2019, vol. 9, <https://www.mdpi.com/2076-3263/9/7/288/htm>

*Neftegazonosnye basseyny i regiony Sibiri. Leno-Vilyuyskiy basseyn* [Oil and gas basins and regions of Siberia. Lena-Vilyui basin]. A.E. Kontorovich. Novosibirsk: SO RAN, 1994, 107 p.

Ovcharenko A.V., Ermakov B.V., Myatchin K.M., Shlezinger A.E. *Flyuidoupory v mestorozhdeniyakh uglevodorodov* [Seals in hydrocarbon fields]. Litologiya i poleznye iskopaemye, 2007, no. 2, pp. 201-213.

Parfenova T.M., Kontorovich A.E., Borisova L.S., Melenevskiy V.N. *Kerogen kuonamskoy svity kembriya* [Kerogen from the Cambrian section of the Kuonam Formation]. Geologiya i geofizika, 2010, vol. 51, no. 3, pp. 353-363.

PetroMod Petroleum Systems Modeling. Schlumberger Information Solutions, 2011, 256 p.

Polyakova I.D., Bogorodskaya L.I., Soboleva E.I. *Preobrazovaniya organicheskogo veshchestva uglenosnykh otlozheniy Vilyuyskoy sineklizy na bolshikh glubinakh* [Maturity of organic matter in coal-bearing sedimentary section of the Vilyuy syncline at great depths]. Geokhimiya neftegazonosnykh otlozheniy Sibiri. Novosibirsk: SRIGGMR, 1991, pp. 48-57.

Polyanskiy O.P., Prokop'ev A.V., Babichev A.V., Korobeynikov S.N., Reverdatto V.V. *Riftogennaya priroda formirovaniya Vilyuyskogo basseyna (Vostochnaya Sibir') na osnove rekonstruktsiy osadkonakopleniya i mekhaniko-matematicheskikh modeley* [The rift origin of the Vilyuy basin (East Siberia), from reconstructions of sedimentation and mechanical mathematical modeling]. Geologiya i geofizika, 2013, vol. 54, no. 2, pp. 163-183.

Polyanskiy O.P., Prokop'ev A.V., Koroleva O.V., Tomshin M.D., Reverdatto V.V., Babichev A.V., Sverdlova V.G., Vasil'ev D.A. *Priroda teplovogo istochnika bazitovogo magmatizma pri formirovanii Vilyuyskogo rifta na osnove dannykh o vozraste daykovykh poyasov i chislennogo modelirovaniya* [The nature of the heat source of mafic magmatism during the formation of the Vilyuy rift based on the ages of dike swarms and results of numerical modeling]. Geologiya i geofizika, 2018, vol. 59, no. 10, pp. 1519-1541.

© Космачева А.Ю., Федорович М.О., 2021

