

УДК 553.044

DOI 10.31087/0016-7894-2019-2-25-38

## Влияние позднепермско-раннетриасового магматизма на нефтегазовый потенциал осадочных бассейнов Сибирской платформы на примере Анабаро-Хатангской седловины

© 2019 г. | В.А. Кринин, И.И. Порозов

Красноярский отдел НФ ФГБУ «ВНИГНИ», Красноярск, Россия; vkrinin@vnigni.ru; iporozov@vnigni.ru

Поступила 30.11.2018 г.

Принята к печати 28.01.2019 г.

**Ключевые слова:** Сибирская платформа; Анабаро-Хатангская седловина; базитовый магматизм; долериты; силлы; перспективы нефтегазоносности; онтогенез; палеозой; тектоника; осадочный бассейн.

На примере анализа геолого-геофизических и геохимических данных по территории Анабаро-Хатангской седловины рассмотрено влияние базитового магматизма, произошедшего на рубеже позднепермской и раннетриасовой эпох, на онтогенез углеводородов и нефтегазовый потенциал осадочных бассейнов Сибирской платформы. Полученные в процессе анализа зависимости геологического строения рассматриваемой территории и распределения в разрезе осадочного чехла долеритовых силлов позволили в общих чертах оценить природу базитового магматизма.

Для цитирования: Кринин В.А., Порозов И.И. Влияние позднепермско-раннетриасового магматизма на нефтегазовый потенциал осадочных бассейнов Сибирской платформы на примере Анабаро-Хатангской седловины // Геология нефти и газа. – 2019. – № 2. – С. 25–38. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-2-25-38.

## Influence of Late Permian – Early Triassic magmatism on petroleum potential of sedimentary basins within the Siberian Platform: an example of the Anabar-Khatanga saddle

© 2019 | V.A. Krinin, I.I. Porozov

Krasnoyarsk department of FGBU “VNIGNI”, Krasnoyarsk, Russia; vkrinin@vnigni.ru; iporozov@vnigni.ru

Received 30.11.2018

Accepted for publication 28.01.2019

**Key words:** Siberian Platform; Anabar-Khatanga saddle; basite magmatism; dolerite; sills; petroleum potential; ontogeny; Palaeozoic; tectonics; sedimentary basin.

The paper discusses the influence of basic magmatism on hydrocarbon potential of Palaeozoic deposits by the example of the Anabar-Khatanga saddle. A description of characteristics of intrusive bodies represented by the facies of the Byrranga series is presented. A model of basite magmatism development based on the dependencies between the total thickness of dolerite sills and hypsometry of the host sediment complex top, as well as between the total thickness of sills in individual lithostratigraphic units and their thickness has been developed. The authors analysed an influence of the basite magmatism on sedimentary cover structure, estimated an effect of basite magma on reservoir properties and degree of organic matter transformation in the source rocks. Development of hydrocarbon ontogeny in the Anabar-Khatanga saddle is considered in the context of geodynamic processes that occurred in the region during the course of Early and Later Cimmerian orogeny and beyond. The connection of the major events of fluids introduction into sedimentary cover with tectogenesis stages is noted; the direct and indirect negative influence of basite magmatism on ontogenesis of hydrocarbons, morphological features of the structures of the Nordvik swell and the Belogoro-Tig-yansky uplift zone and, in general, on the petroleum potential of the Anabar-Khatanga saddle and similar areas are shown. Priority areas of development of oil and gas prospecting in the adjacent territories are proposed.

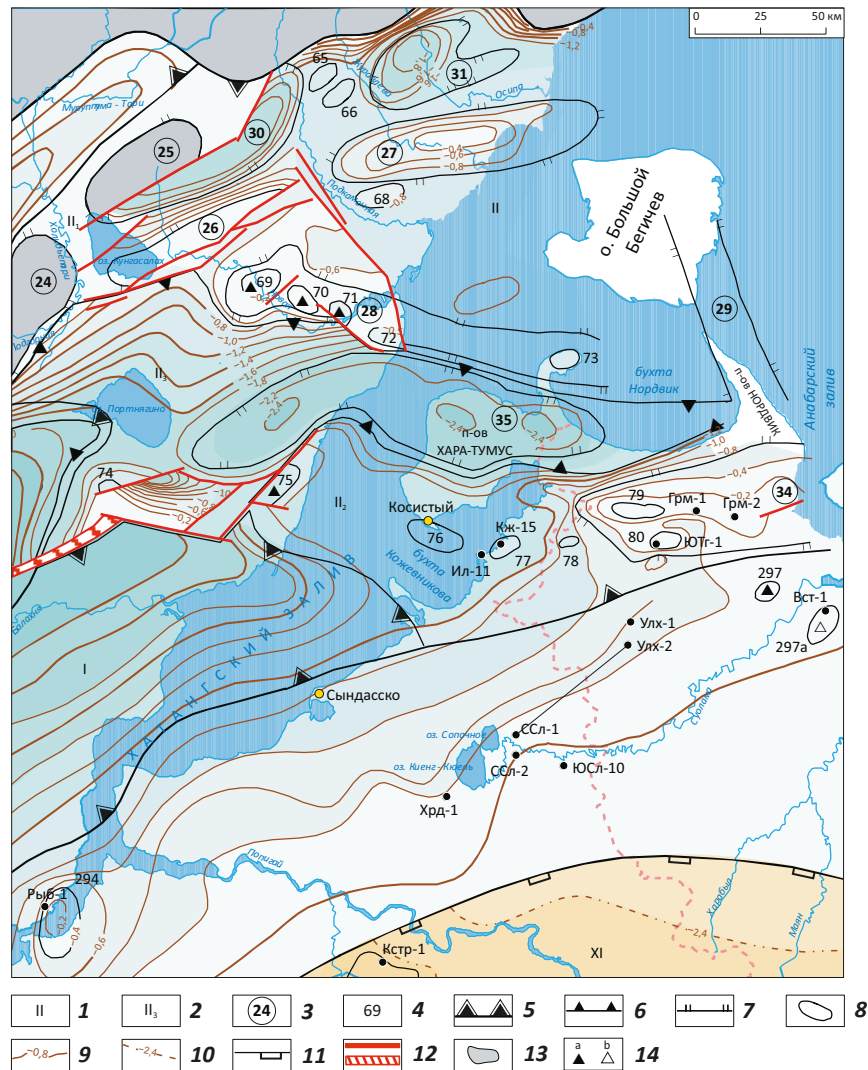
For citation: Krinin V.A., Porozov I.I. Influence of Late Permian – Early Triassic magmatism on petroleum potential of sedimentary basins within the Siberian Platform: an example of the Anabar-Khatanga saddle. *Geologiya nefi i gaza = Oil and gas geology*. 2019;(2):25–38. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-2-25-38.

Согласно нефтегазогеологическому районированию западной части Сибирской платформы, осадочные бассейны с верхнепротерозой-фанерозойским осадочным чехлом соответствуют нефтегазоносным областям (НГО), объединенным в Лено-Тунгусскую нефтегазоносную провинцию (НТП) [1]. В большинстве НГО значительный объем осадочного чехла в стратиграфическом диапазоне от венда до триаса занимают образования базитового магматизма, широко проявившегося на Сибирской платформе

и сопредельных с ней территориях на рубеже поздней перми – раннего триаса [2, 3]. Его влияние на распределение УВ-потенциала осадочных бассейнов Сибирской платформы изучалось в XX в. ведущими институтами России и производственными организациями соответствующих нефтегазоносных регионов [1, 4–7]. В последние десятилетия внимание к данной тематике явно ослабло; практически не появляются новые методы изучения этого феномена и его роли в распределении углеводородов в НГО.

## TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Рис. 1. Фрагмент структурно-тектонической карты западной части Сибирской платформы (под ред. Кренина В.А., 2002)  
 Fig. 1. Fragment of the structural and tectonic map, western part of the Siberian Platform (ed. Krinin V.A., 2002)



**Структурно-тектонические элементы (1–4):** 1 — надпорядковые (I — Енисей-Хатангский региональный прогиб, II — Анабаро-Хатангская седловина, XI — Анабарская антеклиз), 2 — I порядка (II<sub>1</sub> — Киряко-Тасская зона поднятий, II<sub>2</sub> — Белогоро-Тиганская зона поднятий, II<sub>3</sub> — Гусихинский структурный залив), 3 — II порядка (24 — Киряко-Тасский вал, 25 — Тулой-Кирякский вал, 26 — Осиповский вал, 27 — Журавлиный вал, 28 — Нордвикский вал, 29 — Пасхино-Бегичевский вал, 30 — Западно-Апрелевская впадина, 31 — Восточно-Апрелевская впадина, 34 — Тигяно-Анабарский вал, 35 — Харатумусская впадина), 4 — локальные (65 — Северо-Апрелевская, 66 — Южно-Апрелевская, 68 — Подкаменная, 69 — Лабазная, 70 — Ново-Лабазная, 71 — Портнягинская, 72 — Западно-Нордвикская, 73 — Нордвикская, 74 — Сопочная, 75 — Белогорская, 76 — Косистая, 77 — Ильино-Кожевниковская, 78 — Ледовская, 79 — Чайдахская, 80 — Южно-Тигянская, 294 — Рыбинская, 297 — Балыктахская); **границы структурно-тектонических элементов (5–8):** 5 — надпорядковых, 6 — I порядка, 7 — II порядка, 8 — локальных; **изогипсы опорных сейсмических отражающих горизонтов, м (9, 10):** 9 — для районов Енисей-Хатангского регионального мегапрогиба, 10 — для районов Сибирской платформы; 11 — граница смены уровня структурных построений; 12 — разрывные нарушения, выделенные по геолого-геофизическим данным; 13 — области отсутствия картируемых отложений; 14 — объекты: а — подготовленные к глубокому бурению, б — выявленные

Площади: Рыб — Рыбинская, Кстр — Костроминская, Хрд — Хорудалахская, ЮТг — Южно-Тигянская, Грм — Гуримисская, Кж — Кожевниковская, Ил — Ильинская, ЮСл — Южно-Суолевская, ССл — Северо-Суолевская, Улх — Улаханская, Вст — Восточная

**Structural and tectonic elements (1–4):** 1 — super-order (I — Yenisei-Khatanga regional trough, II — Anabar-Khatanga saddle, XI — Anabarsky antecline), 2 — I-st order (II<sub>1</sub> — Kiryako-Tassky zone of highs, II<sub>2</sub> — Belogoro-Tigyansky zone of highs, II<sub>3</sub> — Gusikhinsky structural bay), 3 — II-nd order (24 — Kiryako-Tassky swell, 25 — Tuloy-Kiryaksky swell, 26 — Osipovsky swell, 27 — Zhuravliny swell, 28 — Nordviisky swell, 29 — Pashino-Begichevsky swell, 30 — West Aprelevsky depression, 31 — East Aprelevsky depression, 34 — Tigyano-Anabarsky swell, 35 — Kharatumusky depression), 4 — local (65 — North Aprelevsky, 66 — South Aprelevsky, 68 — Podkamenny, 69 — Labazny, 70 — Novo-Labazny, 71 — Portnyaginsky, 72 — West Nordviisky, 73 — Nordviisky, 74 — Sopochny, 75 — Belogorsky, 76 — Kosisty, 77 — Il'ino-Kozhevnikovsky, 78 — Ledovsky, 79 — Chaidakhsy, 80 — South Tigyansky); **boundaries of structural and tectonic elements (5–8):** 5 — super-order, 6 — I-st order, 7 — II-nd order,

Усл. обозначения к рис. 1, окончание  
Legend for Fig. 1, end.

**8** — local; **structural contours of seismic reference horizons, m (9, 10): 9** — for the regions of Yenisei-Khatanga regional mega-trough, **10** — for the regions of Siberian Platform; **11** — boundaries of level change in structural imaging; **12** — faults identified using geological and geophysical data; **13** — areas of lack of mapped deposits; **14** — sites: *a* — prepared for deep drilling; *b* — identified

Blocks: Рыб — Rybinsky, Кстр — Kostrominsky, Хрд — Khorudalakhsky, ЮТг — South Tigyansky, Грм — Gurimissky, Кж — Kozhevnikovsky, Ил — Il'insky, ЮСл — South Suoemsky, ССл — North Suoemsky, Улх — Ulakhansky, Вст — Vostochny

Между тем влияние базитового магматизма на процессы онтогенеза нефти и газа в пределах регионов Лено-Тунгусской НПП необходимо учитывать во избежание крупных ошибок при оценке их УВ-потенциала и, соответственно, снижения эффективности геолого-разведочных работ. Для аргументации данного замечания обратимся к анализу проявления базитового магматизма и его воздействия на нефтегазовые системы Анабаро-Хатангской НГО, выделенной в границах одноименной седловины (рис. 1).

Геолого-разведочные работы на поиски месторождений нефти и газа в Анабаро-Хатангской седловине имеют длительную историю и, в связи с неоднократными перерывами, подразделяются на три этапа: первый охватывает 1932–1955 гг., второй — 1970–1991 гг., третий начался в 2008 г. и продолжается по настоящее время. Третий этап ознаменовался возобновлением в Анабаро-Хатангской седловине региональных сейсмо- и электроразведочных работ с использованием современных технических и технологических средств [8, 9] и последующим строительством поисковых скважин на площадях распределенного фонда недр. По результатам геофизических работ УВ-потенциал Анабаро-Хатангской седловины большинством исследователей оценивается весьма высоко [8, 9]. Существует и другая точка зрения на перспективы нефтегазоносности рассматриваемой территории, высказанная В.А. Криным [10].

Влияние базитового магматизма на эволюцию онтогенеза в разных структурно-формационных зонах Лено-Тунгусской НПП, в том числе Анабаро-Хатангской седловины, в историческом аспекте важно разделять на два периода: дотриасовый период с базитовым магматизмом и послетриасовый, характеризующийся его отсутствием в юрско-кайнозойское время.

### Характеристика пород трапповой формации

Как и на большей части Сибирской платформы, на рубеже поздней перми и раннего триаса в Анабаро-Хатангской седловине произошло внедрение в отложения осадочного чехла и излияние на земную поверхность магмы с образованием трапповых интрузий и эффузивно-туфовой толщи. В современном разрезе фанерозоя Анабаро-Хатангской седловины породы трапповой формации составляют до 34 %. Максимальное число (до 15) интрузивных тел установлено в пермских отложениях. Их суммарная мощность изменяется по площади от 24 до 975 м (рис. 2).

Интрузивные тела представлены формацией быррангского комплекса и состоят из долеритов серых, темно-серых, иногда с зеленоватым и коричневатым оттенком от мелкокристаллических до средне- и крупнокристаллических, плотных, в отдельных интервалах сильно трещиноватых. Трещины имеют различную ориентировку, часто выполнены кальцитом и хлорит-серпентиновым материалом. В эндоконтактах долеритовая порода тонкокристаллическая, в экзоконтактах песчаники осветлены до белого цвета, кварц в них регенерирован до гранобластовых агрегатов, алевролиты и аргиллиты окрашены в зеленовато-серые и красно-бурые цвета. Алевролиты нередко изменены до микросланцев кварц-альбит-хлорит-биотитового состава с содержанием биотита около 30 %. Структура долеритов пойкилоофитовая, офитовая, гломеропорфировая, диабазовая, текстура массивная, минеральный состав представлен плагиоклазом (до 40–60 %), моноклинным пироксеном (до 25–50 %), оливином (1–2 %), вторичным чешуйчатым агрегатом (боулингит-иддингсит до 5–10 %), биотитом (до 5 %), рудными минералами (магнетит, пирит до 3 %). Открытая пористость долеритов, определенная по образцам керн скважин Анабаро-Хатангские-1, 2, изменяется от 0 до 0,79 %. Данные газокернового опробования интрузий в структурно-колонковых скважинах Бахтинского мегавыступа свидетельствуют о высокой газонасыщенности разных частей силлов, нередко большей, чем во вмещающих осадочных породах (рис. 3). Таким образом, они в одних случаях могут квалифицироваться как проницаемые коллекторы, в других — как флюидоэкраны.

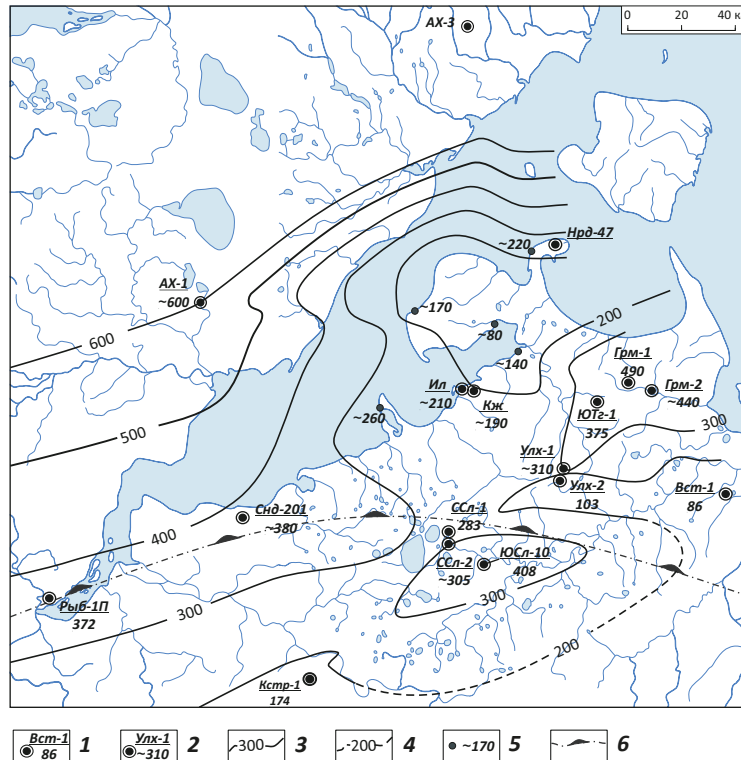
### Модель развития базитового магматизма

Разработанная авторами статьи модель основывается на зависимости между суммарной мощностью долеритовых силлов и гипсометрией кровли комплекса вмещающих отложений, ранее установленной В.А. Криным по результатам бурения скважин на Бахтинском мегавыступе [7] и подтвердившейся в Анабаро-Хатангской седловине (рис. 4), а также зависимости между суммарной мощностью силлов в отдельных литолого-стратиграфических подразделениях и их мощностью (рис. 5). По данным зависимостям с учетом распределения по площади эффузивно-туфовой толщи (рис. 6) и мощности пермских отложений (рис. 7) можно достаточно логично объяснить природу базитового магматизма в Анабаро-Хатангской седловине.

## TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

**Рис. 2.** Схема суммарной мощности долеритовых силлов в разрезе осадочного чехла палеозоя Анабаро-Хатангской седловины и северного склона Анабарской антеклизы

**Fig. 2.** Scheme of total thickness of dolerite sills in the column of Palaeozoic sedimentary cover of the Anabar-Khatanga saddle and northern slope of the Anabarsky antecline



Скважины (числитель — площадь и номер, знаменатель — мощность долеритов, м) (1, 2): 1 — достоверная, 2 — расчетная; изопакиты суммарной мощности силлов, м (3, 4): 3 — достоверные и расчетные, 4 — предполагаемые; 5 — расчетные значения мощности, м; 6 — граница северного склона Анабарской антеклизы.

Площади: АХ — Анабаро-Хатангская, Нрд — Нордвикская.

Остальные усл. обозначения см. на рис. 1

Wells (numerator — area and number, denominator — thickness of dolerites, m) (1, 2): 1 — reliable, 2 — estimated; contour lines of total sill thickness, m (3, 4): 3 — reliable and estimated, 4 — assumed; 5 — calculated thickness values, m; 6 — boundaries of the northern slope of the Anabarsky antecline.

Blocks: АХ — Anabar-Khatanga, Нрд — Nordviksky.

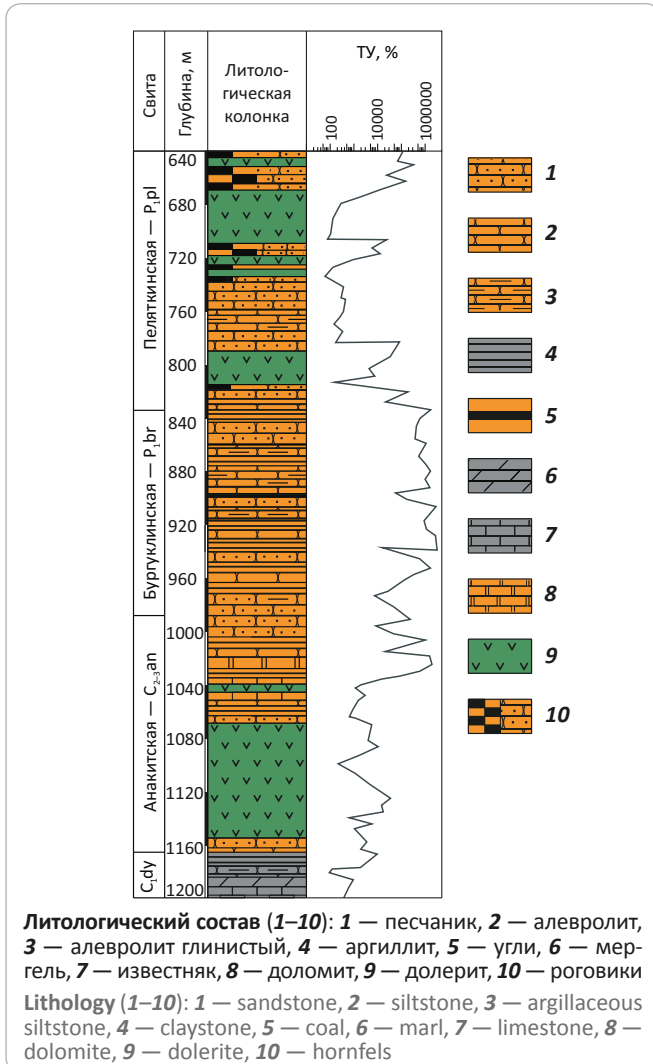
For other Legend items see Fig. 1

Внедрение магмы в осадочный чехол, прежде всего на начальной стадии, происходило в активном режиме физического воздействия на вмещающую среду, т. е. с изменением существующей его структуры, выраженным в усложнении морфологии, контрастности структурного плана рассматриваемой территории. Основной магматический очаг, известный как Сибирский плюм, располагался в верхней мантии [3]. По мере внедрения в образования фундамента и осадочного чехла магматический расплав эпизодически терял энергию и скорость продвижения, при этом он скапливался в промежуточных магматических камерах, которые в современном разрезе представлены, по-видимому, трапповыми телами аномальной мощности, примером которых является интрузия в тустахской свите, частично вскрытая скв. Улаханская-1 (рис. 8). Каждый следующий импульс инъекции возобновлялся с восстановления давления в магматической камере за счет поступления новых порций расплава и преодоления геоста-

тического давления перекрывающих толщ. Направление движения магмы контролировалось главным образом структурой осадочного чехла и происходило из прогибов в направлении поднятий, моноклиналей, структурных выступов и мысов, т. е. на участки с сокращенной мощностью отложений и более высоким гипсометрическим положением. Инъекции магмы в осадочный чехол способствовали изменению морфологии раннетриасового рельефа, его сегментации на отдельные фрагменты с последующей денудацией и пенепленизацией поверхности возвышенных участков. Этим, по-видимому, объясняется разноуровневый размыв части раннетриасовых отложений, включая эффузивно-туфовую толщу верхнепермских и фрагментарно нижнепермских отложений на ряде площадей (рис. 9). По мере истечения основной массы флюидов из магматических очагов и промежуточных камер происходило опускание перекрывающих толщ и, как следствие, образование отрицательных форм раннетриасового рельефа.

**Рис. 3.** Распределение тяжелых углеводородов в интродуцированном разрезе скв. Верхне-Нимдинская-5 Бахтинского мегавыступа

**Fig. 3.** Distribution of heavy hydrocarbons in the intruded section of BH-5 well Verkhne-Nimdinsky well Bakhtinsky mega-uplift



Прорыв магмы на дневную поверхность эпизодически сопровождался взрывным извержением и заполнением депрессий пирокластическим материалом и лавовыми потоками (см. рис. 6, 8). Распространение эффузивно-туфовой толщи и суммарной мощности силлов в пермских отложениях по площади Анабаро-Хатангской седловины показывает, что вулканические очаги тяготели к наиболее погруженной осевой части позднепалеозойской впадины, и не исключено, что они были приурочены к коровым разломам, в зонах которых располагаются современные Нордвикская, Западно-Нордвикская, Портнягинская, Ильино-Кожевниковская, Сопочная и другие с подобным геологическим строением площади. В таком случае их структуры, по-видимому, следует идентифицировать как реликты вулканических аппаратов, обновленные более поздним складкообразованием и осложненные в конце мела – начале палеогена соляным диапиризмом.

### Влияние базитового магматизма на осадочный чехол

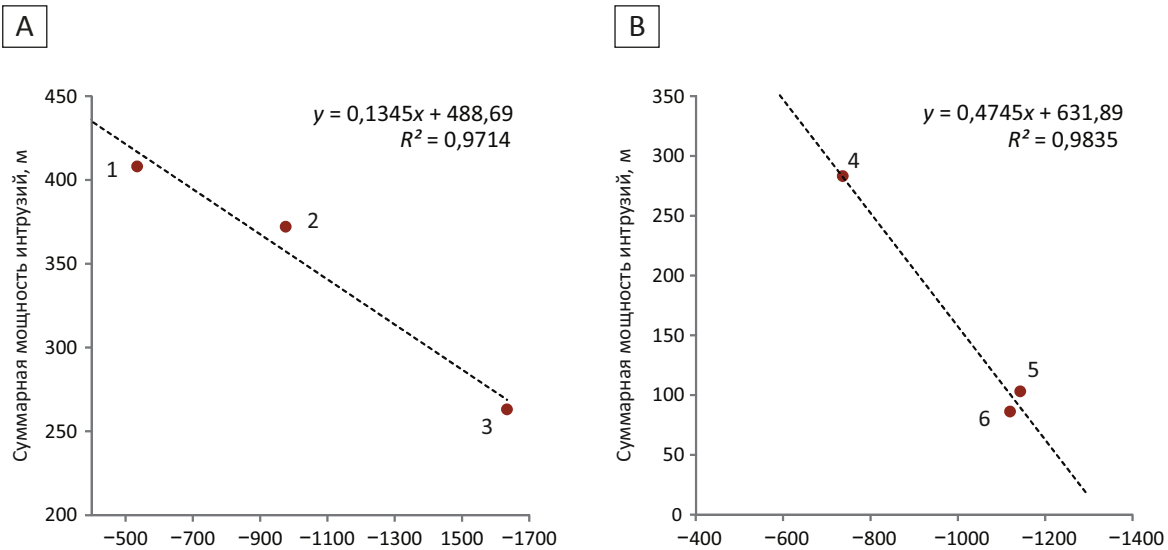
Влияние базитового магматизма на все элементы осадочного чехла многообразно и до конца не изучено. Остановимся на некоторых аспектах рассматриваемой проблемы. При продвижении магмы от очага ее расплав, по-видимому, занимал в разрезе все более высокие гипсометрические уровни (см. рис. 8), постепенно теряя свою энергию и массу, что обосновывается уменьшением мощности силлов в направлении от подошвы к кровле пермских отложений. Распределение магматического расплава в осадочном чехле происходило прежде всего по проницаемым горизонтам и пластам, сложенным песчаниками с высокими фильтрационно-емкостными свойствами (см. рис. 3), на что указывает достаточно тесная связь локализации в разрезе тустахской свиты между силлами и пластами-коллекторами, выделенными авторами статьи в наименее интродуцированном разрезе Нордвикской площади (рис. 10). Ранее, при изучении трапповых интрузий на нефтегазоразведочных площадях юго-западной части Лено-Тунгусской НГП, существовало мнение об уплотнении вмещающих отложений на контактах с силлами [4]. Этот вывод основывался на предполагаемом по результатам корреляции разрезов карбонатно-соленосного кембрия относительном уменьшении мощности вмещающих отложений при увеличении мощности внедрившихся силлов. Между тем такие тенденции могут быть обусловлены частичной ассимиляцией магматическими расплавами соленосных пластов или пологосекущим характером залегания силлов, особенно при их переходе с одного литолого-стратиграфического уровня на другой. Однако и возможный эффект уплотнения вмещающих пород, и непосредственное внедрение трапповых интрузий в пласты-коллекторы, как это отмечается для пермских отложений Анабаро-Хатангской седловины, одинаково негативно сказываются на фильтрационно-емкостных свойствах коллекторов (см. рис. 3).

Глобальный характер воздействия процессов базальтового магматизма, очевидно, проявился в изменении структуры осадочного чехла в целом и нарушении в нем флюидального режима первоначальной гидродинамической системы, в том числе связанного с нафтидогенезом. До начала вулканической деятельности верхне- и среднекаменноугольно-пермский гидрогеологический комплекс по условиям залегания, гидродинамическим параметрам, генезису и химическому составу пластовых вод, по-видимому, существенно отличался от нижезалегающих комплексов. Очевидно, что уже в раннетриасовое время началось активное вторжение в водоносные горизонты пермских отложений вод из нижнего – среднего палеозоя, по своему генезису чуждых пермским. Последствия восходящей разгрузки глубинных флюидов из более древних комплексов выразились,

## TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

**Рис. 4.** Графики соотношения между гипсометрическим положением кровли пермских отложений и суммарной мощностью силлов в разрезе палеозойского осадочного чехла

**Fig. 4.** Diagrams of relationship between the altitude of Permian Top and total thickness of sills in the section of Palaeozoic sedimentary cover



Анабаро-Хатангская седловина: А — центральная часть, В — южный борт.

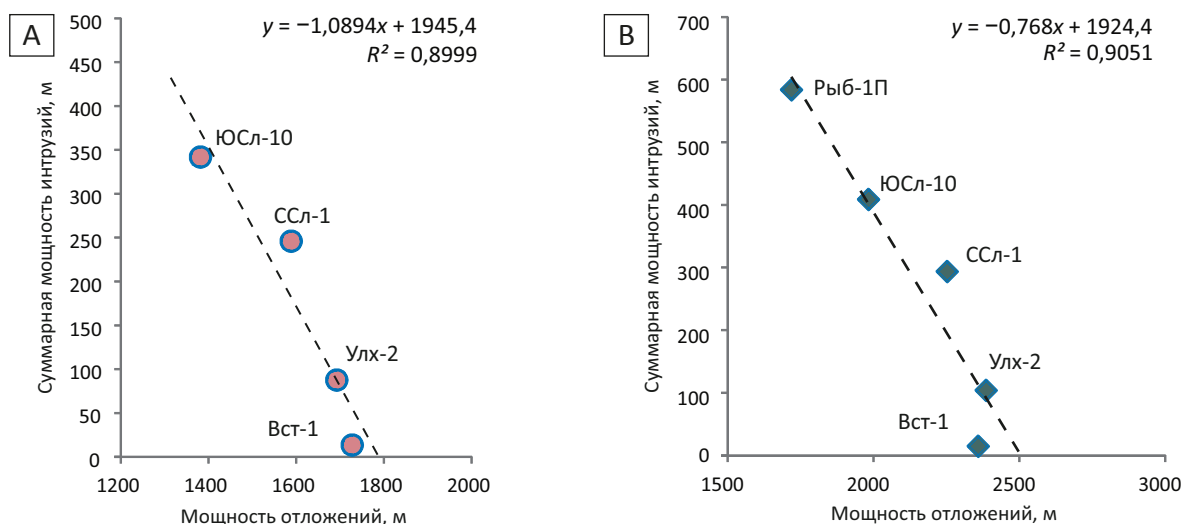
Площади: 1 — Южно-Суодемская, 2 — Рыбинская, 3 — п-ов Хара-Тумус, 4 — Северо-Суодемская, 5 — Улаханская, 6 — Восточная

Anabar-Khatanga Saddle: А — central part, В — southern shoulder.

Blocks: 1 — South Suolemsky, 2 — Rybinsky, 3 — Khara-Tumus peninsula, 4 — North Suolemsky, 5 — Ulakhansky, 6 — Vostochny

**Рис. 5.** Графики соотношения между суммарной мощностью силлов и мощностью вмещающих отложений (А — пермских, В — палеозойских)

**Fig. 5.** Diagrams of relationship between total thickness of sills and thickness of host formations (А — Permian, В — Palaeozoic)



Усл. обозначения см. на рис. 1

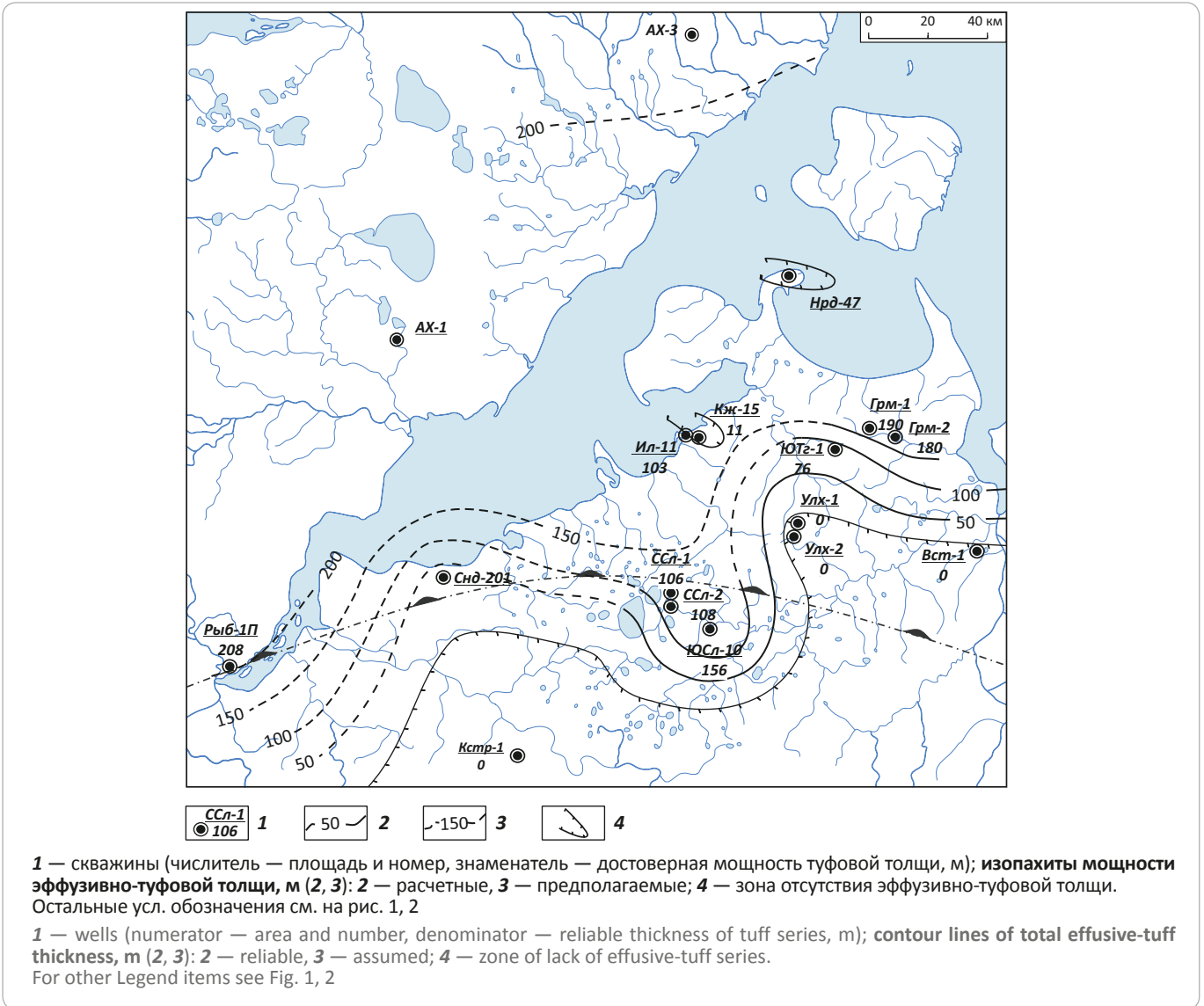
For Legend see Fig. 1

по-видимому, в изменении химического состава и повышении минерализации пластовых вод пермского гидрогеологического комплекса, а также в эндогенном воздействии на литогенез. В измененных

термобарических условиях, характеризующихся пониженными пластовыми температурами и давлением, в пластах-коллекторах со временем могло происходить выпадение из водных растворов галита,

**Рис. 6.** Схема распространения эффузивно-туфовой толщи в разрезе осадочного чехла палеозоя Анабаро-Хатангской седловины и северного склона Анабарской антеклизы

**Fig. 6.** Scheme of effusive-tuff series distribution in the column of Palaeozoic sedimentary cover of the Anabar-Khatanga saddle and northern slope of the Anabarsky antecline



новообразование других солей, минералов и, соответственно, ухудшение первоначальных фильтрационно-емкостных свойств. Этот этап восходящих инъекций и разгрузок флюидных потоков в осадочный чехол Анабаро-Хатангской седловины соответствует вулканогенному режиму бассейнов.

### История онтогенеза нефти и газа

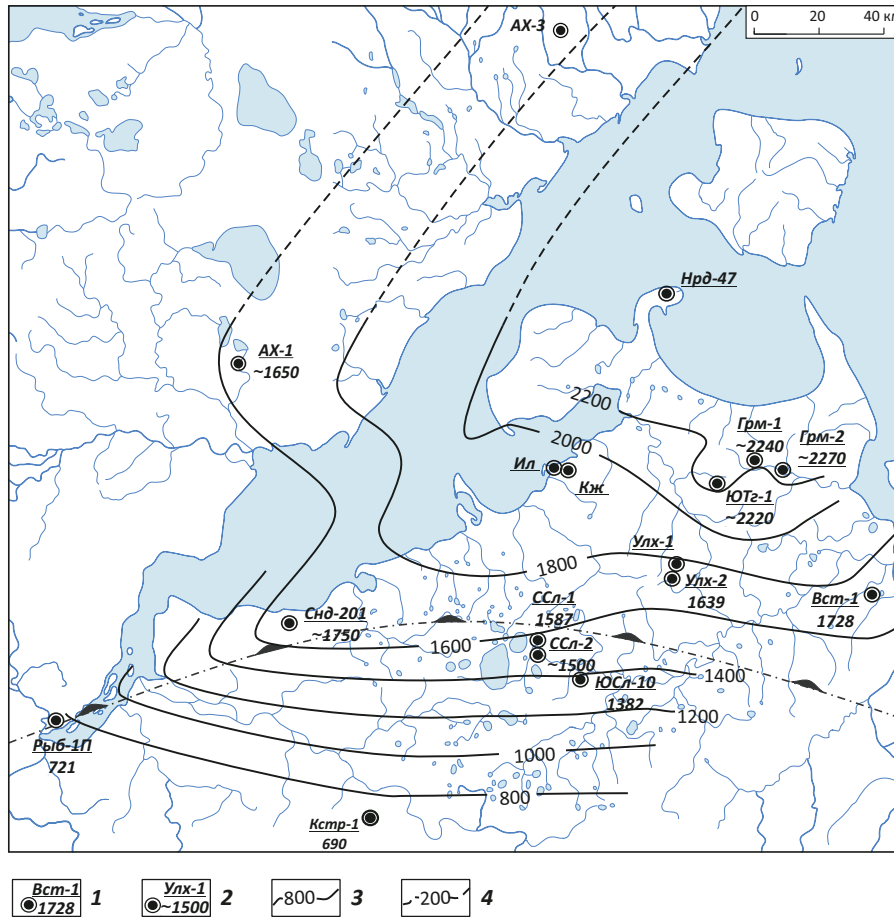
Реконструкция онтогенеза в Анабаро-Хатангской седловине в домезозойское время является сложной задачей [11–14] и, по мнению авторов статьи, неразрешимой без рассмотрения в сочетании с тектоническими процессами. Роль базитового магматизма в данном контексте еще более неопределенна. Анализ суммарной мощности силлов в осадочном чехле Анабаро-Хатангской седловины позволяет

выявить их площадную локализацию в региональном плане, причем с явно выраженной ориентировкой максимальных значений в соответствии с генеральным простиранием пликативных и дизъюнктивных дислокаций Таймырской складчатой системы и северного склона Анабарской антеклизы (см. рис. 2). Из этого следует, что проявление базитового магматизма в Анабаро-Хатангской седловине совпало со временем заложения Енисей-Хатангского прогиба и происходило до проявления древнекиммерийской фазы складчатости, предопределившей образование и консолидацию Таймырской складчатой системы. Другой важной особенностью распределения суммарной мощности силлов рассматриваемой территории является концентрация минимальных значений в пределах п-ова Хара-Тумус и прилегаю-

## TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

**Рис. 7.** Схема мощности пермских отложений в разрезе осадочного чехла палеозоя Анабаро-Хатангской седловины и северного склона Анабарской антеклизы

**Fig. 7.** Scheme of Permian series thickness in the column of Palaeozoic sedimentary cover of the Anabar-Khatanga saddle and northern slope of the Anabarsky antecline



Скважины (числитель — площадь и номер, знаменатель — мощность пермских отложений, м) (1, 2): 1 — достоверная, 2 — расчетная; изопахиты суммарной мощности пермских отложений, м (3, 4): 3 — достоверные и расчетные, 4 — предполагаемые. Остальные усл. обозначения см. на рис. 1, 2

Wells (numerator — area and number, denominator — thickness of Permian series, m) (1, 2): 1 — reliable, 2 — estimated; contour lines of Permian series thickness, m (3, 4): 3 — reliable and estimated, 4 — assumed. For other Legend items see Fig. 1, 2

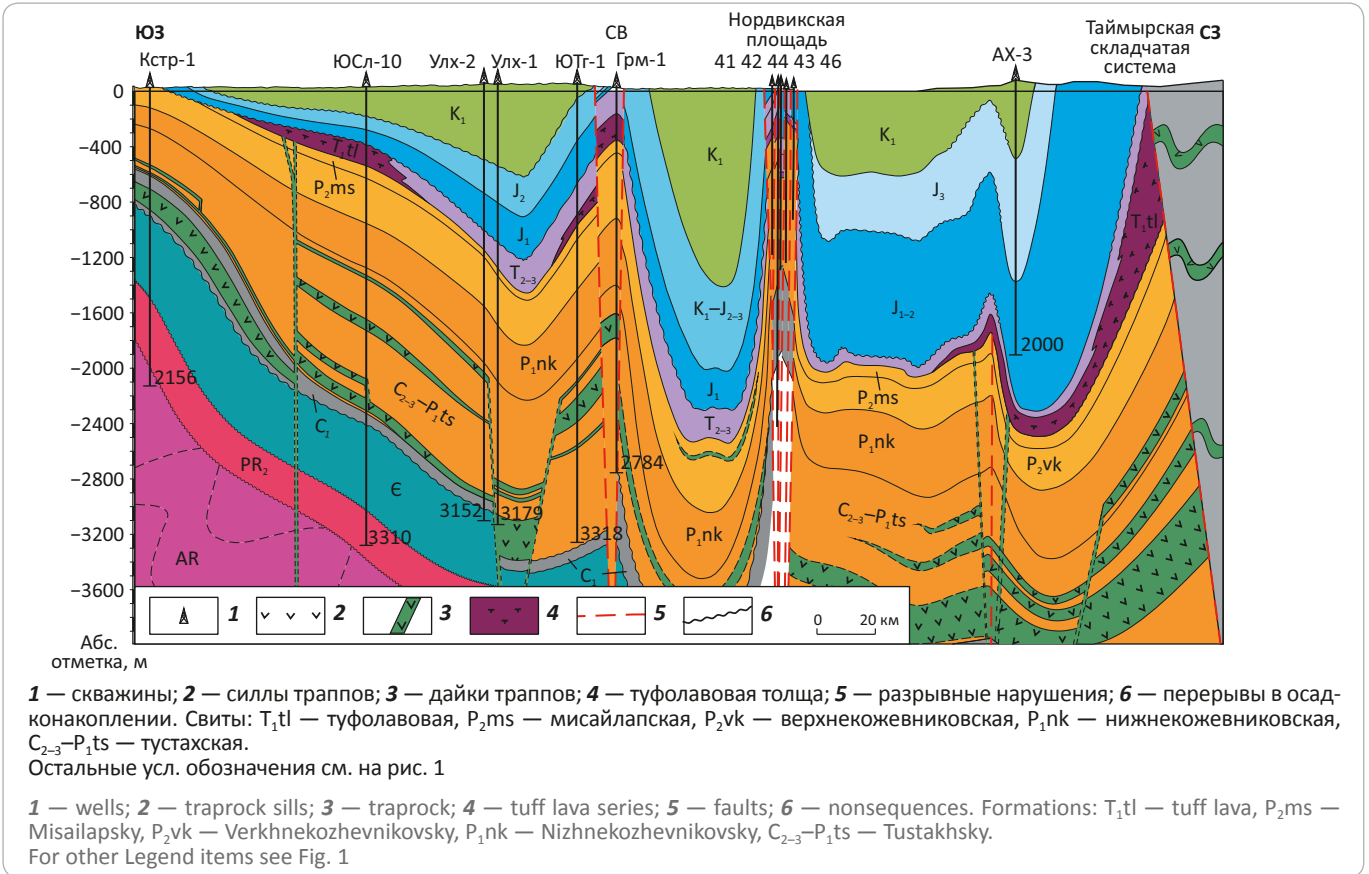
щих к нему площадей, которые пространственно тяготеют к полю распространения максимальной мощности пермских отложений (см. рис. 7). Общая тенденция увеличения суммарной мощности силлов направлена в сторону Таймырской складчатой области, максимумы мощности связаны с локальными структурами. Такое сочетание данных факторов для центральной части Анабаро-Хатангской седловины в раннетриасовое время не исключает возможности зарождения здесь очага нефтеобразования в рифейском и венд-нижнекембрийском комплексах. Однако ряд других косвенных признаков свидетельствует об отсутствии по крайней мере масштабных процессов нефтидогенеза в это время. Для южных площадей Анабаро-Хатангской седловины (Улаханская, Восточная), переходной зоны между седловиной и северным

склоном Анабарской антеклизы (Северо-Суолемская, Южно-Суолемская, Хорудалахская площади) мощность осадочного чехла в триасовое время, достигающая 2900 м, была недостаточной для нефтегазообразования и полной реализации нефтидогенеза. В этой связи в разрезах кембрия, девона, карбона и низах тустахской свиты перми не обнаруживаются явных признаков вертикальной миграции УВ или отмечается их низкая интенсивность (рис. 11). При этом характерна тенденция отсутствия маслянистых и маслянисто-смолистых битумоидов в допермских отложениях и их появление несколько выше подошвы тустахской свиты, а также присутствие битумоидов в силлах пермского интервала разреза. Несмотря на наличие в разрезе нижнего триаса Анабаро-Хатангской седловины локальных перерывов в осадко-



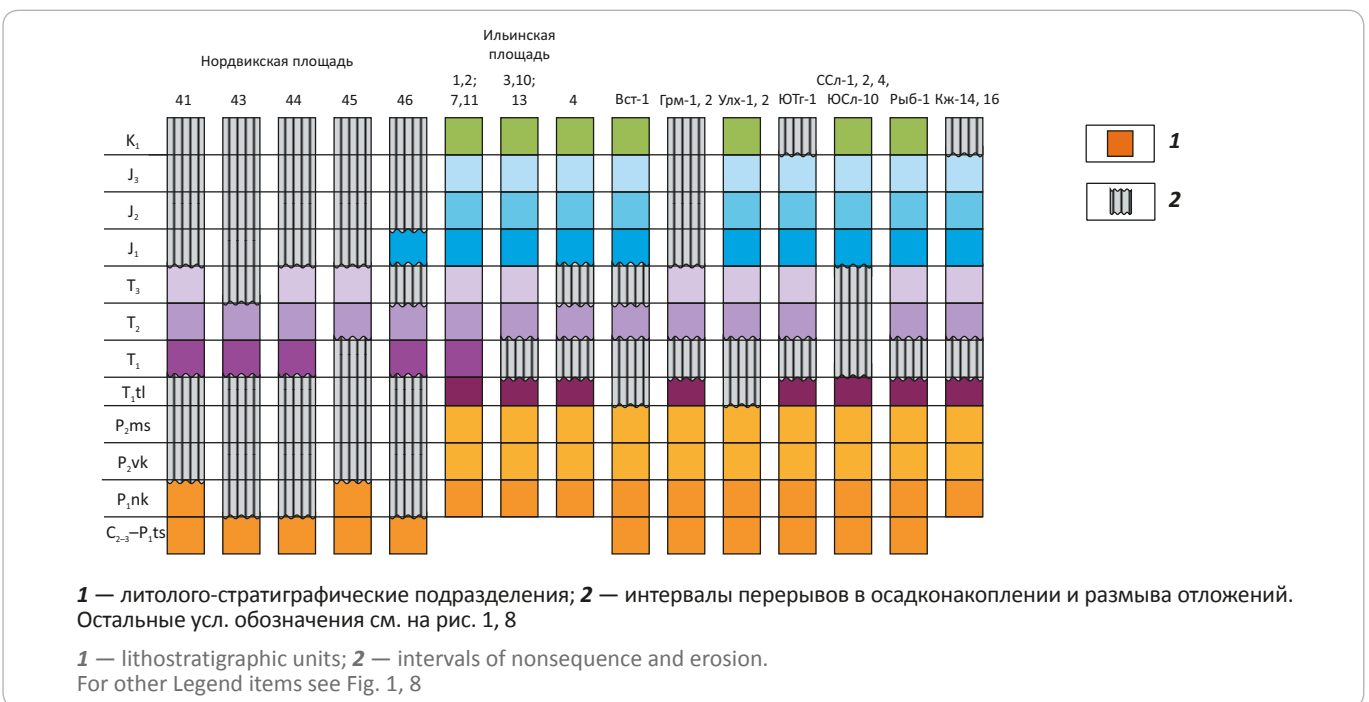
**Рис. 8.** Геологический разрез Анабаро-Хатангской седловины по профилю: северный склон Анабарской антеклизы – южная граница Таймырской складчатой системы

**Fig. 8.** Geological cross-section of the Anabar-Khatanga saddle along the line “northern slope of the Anabarsky antecline – southern border of the Taimyr fold system”



**Рис. 9.** Схема сопоставления верхнепалеозой-мезозойских разрезов Анабаро-Хатангской седловины

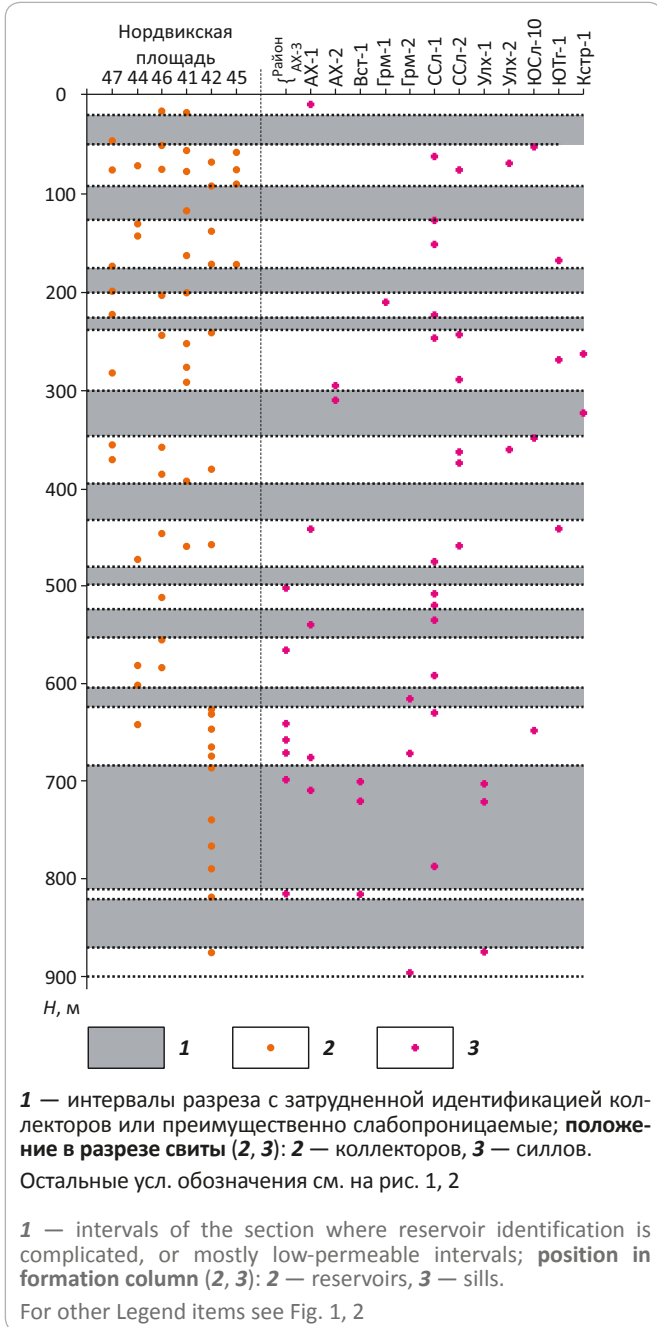
**Fig. 9.** Comparison of Upper Palaeozoic-Mesozoic columns within the Anabar-Khatanga saddle



TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Рис. 10. Соотношение пластов-коллекторов и долеритовых силлов в разрезе тустакской свиты

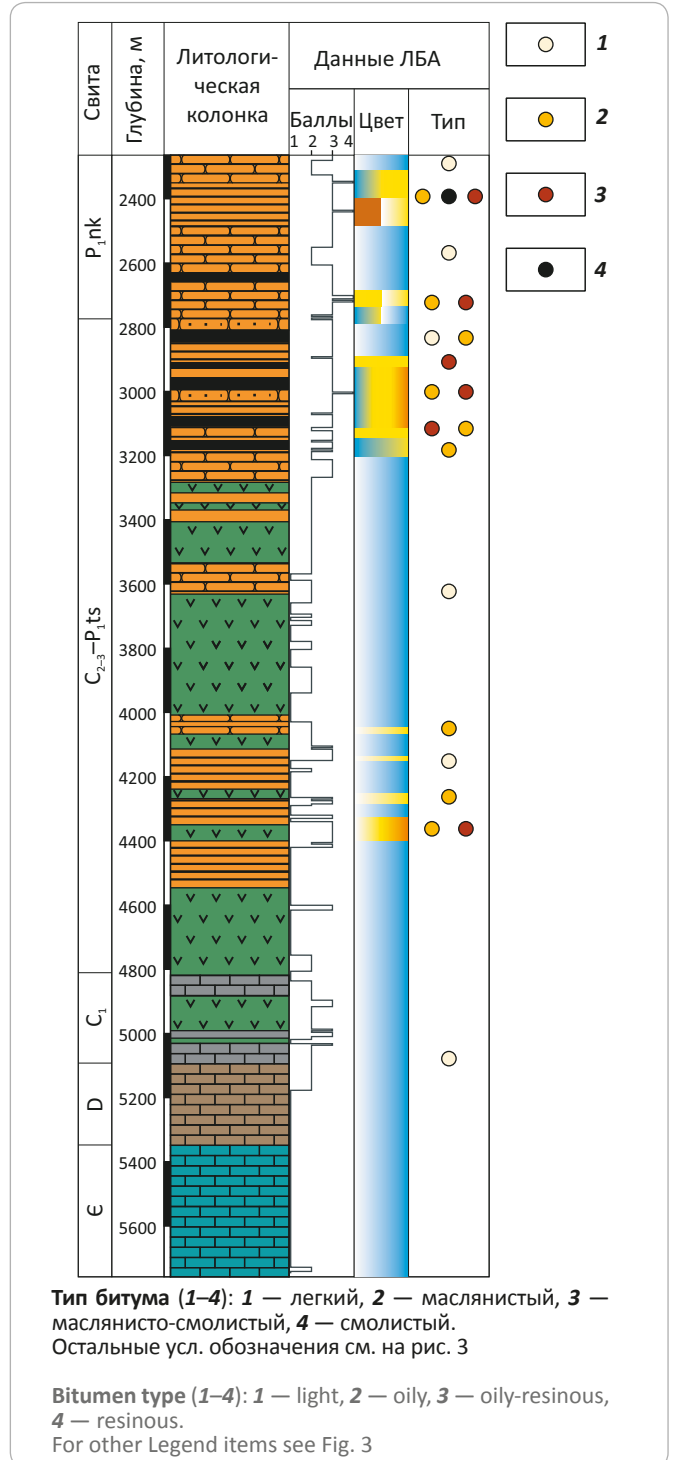
Fig. 10. Correlation of reservoir beds and dolerite sills in the section of Tustakhsy Fm



накоплению и размывов (см. рис. 9), свидетельствующих о периодических эвстатических колебаниях уровня моря и дифференциации поверхности рельефа, интенсивных процессов складкообразования на ее территории в это время не происходило. Следовательно, не существовало и подготовленных для аккумуляции УВ-ловушек, что исключает реализацию полного цикла онтогенеза. Наконец, само по себе воздействие базитового магматизма на многие элементы онтогенеза было негативным, имея в виду масштабную разгерметизацию природных резервуа-

Рис. 11. Данные люминесцентно-битуминологического анализа интрузивных отложений палеозоя северной части Анабаро-Хатангской седловины

Fig. 11. Data of luminescence-bitumenological analysis of Palaeozoic intrusive deposits of the northern Anabar-Khatanga saddle



ров осадочного чехла, внедрение в них глубинных водно-газовых флюидов и магматических расплавов, зональное катагенетическое преобразование ОВ пород на экзоконтактах с интрузиями до стадии АХ<sub>3</sub>. Например, в разрезе тустакской свиты (скв. Анабаро-Хатангская-1) влияние интрузии мощностью 62 м на

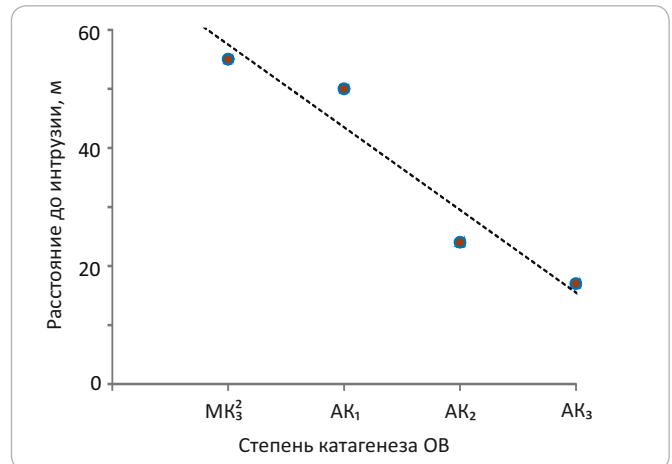
степень катагенеза ОВ вмещающих пород надежно устанавливается на расстоянии 55 м от ее кровли (рис. 12).

Начало формирования структурного плана Анабаро-Хатангской седловины, по-видимому, следует связывать с древнекиммерийской фазой складчатости, когда, наряду с консолидацией Таймырской складчатой системы, происходило структурообразование на ее северном фланге, где в современном структурном плане находятся Киряко-Тасская зона поднятий, Осиповский и Журавлиный валы, Западно- и Восточно-Апрелевская впадины (см. рис. 1). Не случайно эти структуры имеют генеральное простирание, согласное дислокациям Таймырской складчатой системы. Их появление произошло, вероятно, после прохождения потенциальных нефтематеринских толщ рифея, венда и нижнего кембрия главных зон нефте- и газообразования, о чем свидетельствует значительное увеличение мощности отложений верхнего палеозоя и, особенно, триаса в направлении к Таймырской складчатой области и общее вероятное повышение температурного поля недр за счет поступления в осадочный чехол колоссального объема тепловой энергии вместе с базитовой магмой. Нахождение отложений перми на больших палеоглубинах в условиях высокотемпературного режима подтверждается результатами пиролитического анализа и определения отражательной способности витринита образцов пород, исследованных этими методами в разрезах скважин Анабаро-Хатангские-1, 2. Фоновый уровень катагенетической преобразованности ОВ пермских отложений здесь соответствует стадии МК<sub>3</sub><sup>2</sup>, карбонатные породы среднего – нижнего палеозоя, по-видимому, метаморфизованы до мраморов. Следовательно, названные выше антиклинальные дислокации не аккумулировали УВ в триасовую эпоху.

В послетриасовую эпоху, на фоне доминирующего опускания Анабаро-Хатангской седловины, разрез нарастался мощной толщей юрско-меловых отложений (до 4000 м) с фациями морского, прибрежно-морского, дельтового генезиса. Начало формирования Нордвикского вала, Белогорско-Тиганской зоны поднятий и осложняющих их локальных структур: Нордвикской, Западно-Нордвикской, Портнягинской, Ново-Лабазной, Гурымисской, Южно-Тиганской, Кожевниковской, Ильинской, Косистой, Белогорской следует относить к проявлению новокиммерийской фазы складчатости, в результате которой произошла консолидация складчатых систем Верхоянья, Омолона, Яно-Индикирки и других к востоку от Анабаро-Хатангской седловины. Названные структуры пространственно тяготеют к центральной и юго-восточной частям Анабаро-Хатангской седловины и, в отличие от структур ее северного фланга, имеют четко выраженное генеральное северо-западное простирание шарниров. В интервалах разреза мезозоя, соответствующих этому времени, на ряде

**Рис. 12.** Изменение степени катагенеза ОВ пород тустакхской свиты в зависимости от расстояния до интрузии (скв. Анабаро-Хатангская-1)

**Fig. 12.** Change in OM catagenesis degree in the Tustakhsky Fm rocks depending on the distance from intrusion (Anabar-Khatangsky-1 well)



структур отмечается сокращение мощности отложений средней и верхней юры, а в отдельных случаях частичный (до полного) размыв волжских отложений (яновстанская, паксинская свиты). Совместно с осадочными породами были дислоцированы породы трапповой формации.

Во время новокиммерийской тектонической фазы пермские отложения находились на глубине от 3000 до 5000 м, в результате чего пачки пелитовых пород верхней половины тустакхской, ниже- и верхнекожевниковской свит (со средним содержанием С<sub>орг</sub> в породах соответственно 3,57; 2,80; 2,30 %), вероятно, вошли в стадию нафтидогенеза. Онтогенез УВ, начавшийся в валанжинский век и продолжающийся в течение всего мелового периода, завершающийся их аккумуляцией в таких ловушках, как Нордвикская, Кожевниковская, Ильинская, Южно-Тиганская, Гурымисская, где обнаружены залежи с непромышленными запасами нефти. Ранее [13, 14] допускалось, что нефтематеринскими в Анабаро-Хатангской седловине могли выступать соответственно девонские отложения и высокоуглеродистые пачки кембрия.

В течение мелового периода территория Анабаро-Хатангской седловины испытывала дифференцированные колебательные движения. На фоне преобладающего опускания бассейна осадконакопления происходило периодическое проявление тектонической деятельности, обуславливающей поднятие и размыв окраинных прибортовых частей и сводов на отдельных структурах в пределах Анабаро-Хатангской седловины в валанжин-готеривском, барремском, сеноманском, коньякском, кампанском веках [15]. На рубеже позднего мела и палеогена в рассматриваемом регионе произошли крупные тектонические события, которые в северо-восточных разрезах, на границе с Лаптевоморской плитой, зафиксировались перерывом в осадконакоплении и



## TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

**Таблица.** Гидрохимическая характеристика подземных вод осадочного чехла Анабаро-Хатангской седловины  
**Table.** Hydrochemical characteristics of groundwater in sedimentary cover of the Anabar-Khatanga saddle

Разрез	Na+K	Ca	Mg	Cl'	SO <sub>4</sub> ''	HCO <sub>3</sub> '	$\frac{Na}{Cl}$
	Нордвикская площадь						
Юрский	<u>3006,3–4240,6</u> 3623,4 (2)	<u>83,8–101,3</u> 92,6 (2)	<u>55,9–88,8</u> 72,3 (2)	<u>3160,4–4346,9</u> 3753,7 (2)	<u>1,58–64,27</u> 32,9 (2)	<u>1,50–1,97</u> 1,74 (2)	0,96
Верхне-триасовый	<u>714,4–4452,0</u> 3522,2 (3)	<u>73,23–183,28</u> 105,48 (7)	<u>40,92–131,46</u> 96,68 (4)	<u>2886,1–4559,5</u> 3435,9 (4)	<u>32,85–8061</u> 54,10 (4)	<u>1,80–4,15</u> 2,83 (4)	0,98
Средне-триасовый	<u>2199,8–4806,4</u> 4082,51 (7)	<u>73,23–183,28</u> 105,48 (7)	<u>25,85–90,17</u> 50,55 (7)	<u>2463,2–4832,1</u> 4180,95 (7)	<u>0,57–3206</u> 76,75 (4)	<u>0,69–4,20</u> 2,60 (3)	0,97
Пермский	<u>2895,3–3928,7</u> 3306,03 (3)	<u>81,38–158,56</u> 119,28 (3)	<u>25,13–43,37</u> 37,2 (3)	<u>3092,1–4083,1</u> 3656,60 (3)	<u>2,39–4,45</u> 3,31 (3)	<u>0,69–4,20</u> 2,60 (3)	0,91
Каменно-угольно-девонский	<u>3905,7–4829,4</u> 4363,81 (3)	<u>91,92–126,56</u> 114,74 (3)	<u>5,96–61,37</u> 41,41 (3)	<u>4032,9–4843,9</u> 4453,54 (3)	<u>54,41–80,67</u> 65,50 (3)	2,73 (3)	0,98
Кожевниковская площадь							
Средне-триасовый	943,0	65,86	15,10	1021,40	0,38	2,18	0,92
Пермский	943,0	257,57	52,77	2332,37	0,85	2,60	0,87
Каменно-угольно-девонский	3680,61	93,51	2,24	3683,77	90,21	2,38	1,0
Южно-Тиганская площадь							
Пермский горизонт XI	<u>611,61–624,14</u> 617,87	<u>131,14–229,84</u> 180,34	<u>20,64–41,20</u> 30,92	<u>783,90–860,18</u> 822,04	Отсутствуют	<u>1,606–12,39</u> 7,0	0,75

Примечание. Числитель — минимальное и максимальное значения, %; знаменатель — среднее значение (в скобках — число анализов).

глубоким размывом отложений мезозоя и частично верхнего палеозоя. Этот исторический этап в развитии Анабаро-Хатангской седловины, по-видимому, связан с проявлением субгерцинской фазы складчатости Тихоокеанской орогенической эры, когда произошло кардинальное обновление структурного плана седловины и прилегающих территорий Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского мегапрогибов, а последующая кайнозойская эра ознаменовалась подъемом рассматриваемой территории. Амплитуда восходящих движений некоторых структур при этом достигла 3000–3500 м. Произошло очередное нарушение целостности осадочного чехла, усиленное за счет хрупкости локализованных в нем трапповых силлов, сопровождающееся разгерметизацией гидродинамической системы в целом, и нефтегазовых ловушек в том числе. В истории онтогенеза УВ на кайнозойском этапе стали доминировать процессы разрушения залежей, рассеивание УВ по всему разрезу перекрывающих отложений вплоть до земной поверхности, продолжающееся в настоящее время. Пермский, триасовый, нижне-среднеюрский, верхнеюрский, меловой водоносные комплексы получили новые порции глубинных, высокоминерализованных

хлоркальциевых вод, в результате чего изменилась вертикальная гидрохимическая зональность разреза осадочного чехла. Хлоридно-натриевые рассолы выщелачивания ангидрито-мергелистых и галитовых пород девона широко распространены в разрезах Нордвикской, Ильинско-Кожевниковской, Южно-Тиганской площадей, на что однозначно указывают высокие значения натрий-хлористого коэффициента (таблица). На этом этапе вулканогенный режим инъекций и разгрузки развития осадочного бассейна сопровождается галокинезом, который фиксируется по данным изучения Нордвикской и Кожевниковской площадей.

### Выводы

Рассматривая влияние базитового магматизма на онтогенез УВ в Анабаро-Хатангской седловине в контексте анализа исторического развития событий за палеозой-мезозойский временной период, можно сделать следующие выводы.

1. Базитовый магматизм, проявившийся на Сибирской платформе на рубеже поздней перми и раннего триаса, оказал прямое влияние на онтогенез УВ в раннетриасовое время и косвенное — мезо-кайно-

зойском этапе. В совокупности с другими факторами это влияние было определяющим при формировании УВ-потенциала Анабаро-Хатангской седловины и пограничных с ней территорий. Подтверждением этому является отсутствие промышленных запасов УВ выше пород трапповой формации в бассейнах западной части Сибирской платформы.

2. На кайнозойском этапе эволюции осадочного бассейна онтогенез УВ рассматриваемого региона вошел в стадию завершения, характеризующуюся разрушением залежей и их минимальным остаточным потенциалом.

3. Перспективы нефтегазоносности Анабаро-Хатангской седловины, а также палеозойских и триасовых отложений Енисей-Хатангского и Лено-Анабарского мегапрогибов следует признать низкими, а объекты, выявленные в их пределах, не первоочередными для постановки геолого-разведочных работ на нефть и газ. Больше внимание необходимо сосредото-

чить на изучении мезо-кайнозойского осадочного бассейна моря Лаптевых, юрско-меловых отложений западной части Енисей-Хатангского мегапрогиба и палеозойских отложений северо-востока Курейской синеклизы.

4. Морфологические особенности ряда структур Нордвикского вала и Белогорско-Тиганской зоны поднятий, скорее всего, обусловлены вулканической деятельностью в зоне развития коровых разломов. В более позднее время, на рубеже верхнего мела-палеогена, структуры осложнены соляным диапиризмом.

Результаты анализа процессов базитового магматизма на примере Анабаро-Хатангской седловины показывают, что бассейновое моделирование в пределах потенциальных нефтегазоносных территорий Сибирской платформы необходимо проводить с учетом влияния этого феномена на нефтегазовые системы осадочных бассейнов Сибирской платформы.

## Литература

1. Анциферов А.С., Бакин В.Е., Варламов И.П. и др. Геология нефти и газа Сибирской платформы / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. – М. : Недра, 1981. – 552 с.
2. Патон М.Т., Иванов А.В., Фиорентини М.Л., МакНаугтон Н.Ж., Мудровская И., Резницкий Л.З., Демонтерова Е.И. Позднепермские и раннетриасовые магматические импульсы в Ангаро-Тасеевской синклинали, южно-сибирские траппы и их возможное влияние на окружающую среду // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 9. – С. 1298–1309.
3. Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Иванов А.В., Эрнст Р., Мазукабзов А.М., Писаревский С.А., Ухова Н.А. Фанерозойский базитовый магматизм южного фланга Сибирского кратона и его геодинамическая интерпретация // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 9. – С. 1222–1239.
4. Геология и нефтегазоносность Лено-Тунгусской провинции / Под ред. Н.В. Мельникова // Министерство геологии СССР. Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС). Труды. Серия: Нефтяная геология – М. : Недра, 1977. – Вып. 228. – 205 с.
5. Анциферов А.С., Бакин В.Е., Воробьев В.Н. и др. Непско-Ботуобинская антеклиза — новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР / Под ред. А.Э. Конторовича. – Новосибирск : Наука: Сиб. отделение, 1986. – 243 с.
6. Старосельцев В.С. Тектоника базальтовых плато и нефтегазоносность подстилающих отложений. – М. : Недра, 1989. – 259 с.
7. Кринин В.А. Особенности взаимосвязи рельефа и структуры осадочного чехла в районах палеовулканизма западной части Сибирской платформы // Палеовулканизм Алтае-Саянской складчатой области и Сибирской платформы: сб. науч. тр. – Новосибирск : Наука, 1991. – С. 83–87.
8. Девятков В.П., Савченко В.И. Новые данные к переоценке ресурсов углеводородов Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области // Геология нефти и газа. – 2012. – № 1. – С. 55–61.
9. Пронкин А.П., Савченко В.И., Хлебников П.А., Эрнст В.А., Филипцов Ю.А., Афанасенков А.П., Ефимов А.С., Ступакова А.В., Бордунов С.И., Сулова А.А., Сауткин Р.С., Глухова Т.А., Перетолчин К.А. Новые данные о геологическом строении и возможной нефтегазоносности зон сочленения Западно-Сибирской и Сибирской платформ со складчатым Таймыром // Геология нефти и газа. – 2012. – № 1. – С. 28–42.
10. Кринин В.А. Анабаро-Хатангская седловина как объект нефтегазопоисковых исследований // Горные ведомости. – 2014. – № 8. – С. 22–28.
11. Калинин М.К. История геологического развития и перспективы нефтегазоносности Хатангской впадины. – Л. : Госгеолтехиздат, 1959. – 360 с.
12. Степаненко Г.Ф. Геохимические особенности нафтидов полуострова Урюнг-Тумус (Нордвик) // Органическая геохимия мезозойских и палеозойских отложений Сибири. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 1981. – С. 171–178.
13. Каширцев В.А., Ким Н.С., Фурсенко Е.А., Дзюба О.С., Фомин А.Н., Чалая О.Н. Генезис нефтей и нефтепроявлений Анабаро-Хатангской седловины (арктический сектор Сибирской платформы) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2013. – № 1. – С. 54–63.
14. Кринин В.А. О генезисе нафтидов на севере Сибирской платформы // Горные ведомости. – 2011. – № 12. – С. 24–31.
15. Сакс В.Н., Грамберг И.С., Ронкина З.З., Аглонова Э.Н. Мезозойские отложения Хатангской впадины // Труды научно-исследовательского института геологии Арктики. Министерство геологии и охраны недр СССР. – Л. : Госгеолтехиздат. – 1959. – Т. 99. – 226 с.

## References

1. Antsiferov A.S., Bakin V.E., Varlamov I.P. et al. Oil and gas geology of the Siberian Platform. In: A.E. Kontorovich, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk eds. Moscow: Nedra; 1981. 552 p.
2. Paton M.T., Ivanov A.V., Fiorentini M.L., McNaughton N.J., Mudrovskaya I., Reznitskii L.Z., Demonerova E.I. Late Permian and Early Triassic magmatic pulses in the Angara-Taseeva syncline, Southern Siberian Traps and their possible influence on the environment. *Russian geology and geophysics*. 2010;(9):1012–1020.
3. Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Ivanov A.V., Ernst R., Mazukabzov A.M., Pisarevsky S.A., Ukhova N.A. Phanerozoic mafic magmatism in the southern Siberian craton: geodynamic implications. *Russian geology and geophysics*. 2010;(9):952–964.
4. Geology and petroleum potential of the Lena-Tungusky province. In: N.V. Melnikov ed. *Ministerstvo geologii SSSR. Sibirskii NII geologii, geofiziki i mineral'nogo syr'ya (SNIIGGIMS). Trudy. Seriya: Neftyanaya geologiya*. Moscow: Nedra; 1977. Issue 228. 205 p.
5. Antsiferov A.S., Bakin V.E., Vorob'ev V.N. et al. Nepsky-Botuobinsky anticline: new promising area for oil and gas production in the north of USSR. In: A.E. Kontorovich, ed. Novosibirsk: Nauka: Sibirskoe otdelenie; 1986. 243 p.
6. Starosel'tsev V.S. Tectonics of basalt plateaus and petroleum potential of subjacent formations. Moscow: Nedra; 1989. 259 p.
7. Krinin V.A. Features of topography and sedimentary cover structure relationships in paleovolcanic regions of the western part of the Siberian Platform. *Paleovulkanizm Altae-Sayanskoi skladchatoi oblasti i Sibirskoi platformy: sb. nauch. tr.* Novosibirsk: Nauka; 1991. pp. 83–87.
8. Deviatov V.P., Savchenko V.I. New data for hydrocarbon resources reevaluation of Anabar-Khatanga oil-and-gas bearing area. *Geologiya nefti i gaza*. 2012;(1):55–61.
9. Pronkin A.P., Savchenko V.I., Khlebnikov P.A., Ernst V.A., Filiptsov Yu.A., Afanasenkov A.P., Efimov A.S., Stupakova A.V., Bordunov S.I., Suslova A.A., Sautkin R.S., Glukhova T.A., Peretolchin K.A. New data on geological structure and possible petroleum potential of West Siberian and Siberian platforms joint with the folded Taimyr. *Geologiya nefti i gaza*. 2012;(1):28–42.
10. Krinin V.A. Anabar-Khatanga saddle as an object of petroleum exploration. *Gornye vedomosti*. 2014;(8):22–28.
11. Kalinko M.K. Khatanga depression: history of geological evolution and petroleum potential. Leningrad: Gostoptekhizdat; 1959. 360 p.
12. Stepanenko G.F. Geochemical features of naphthides in the Uryung-Tumus peninsula (Nordvik) // Organic geochemistry of Mesozoic and Palaeozoic formations in Siberia. Novosibirsk: SNIIGGIMS; 1981. pp. 171–178.
13. Kashirtsev V.A., Kim N.S., Fursenko E.A., Dzyuba O.S., Fomin A.N., Chalaya O.N. Genesis of oils and oil shows of the anabar-khatanga saddle (arctic sector of the siberian platform). *Geology and mineral resources of Siberia*. 2013;(1):54–63.
14. Krinin V.A. On the genesis of naphthides in the north of the Siberian Platform. *Gornye vedomosti*. 2011;(12):24–31.
15. Saks V.N., Gramberg I.S., Ronkina Z.Z., Aplonova E.N. Mesozoic deposits of Khatanga depression. *Trudy nauchno-issledovatel'skogo instituta geologii Arktiki. Ministerstvo geologii i okhrany nedr SSSR*. Leningrad: Gosgeoltekhizdat; 1959. Vol. 99. 226 p.