

giba [Prospects for the discovery of new oil fields in the reef zone of the Mrakovo-Belaya downfold of the Pre-Ural Depression]. Ufa, Ufimskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet. Neftgazovoe delo – Oil and Gas Business, 2017, vol. 15, no. 1, pp. 10–15. (In Russian).

3. Strakhov N.M. Geologiya kungura Ishimbaevskogo neftenosnogo rayona. [Geology of the Kungurian of Ishimbaevo oil-bearing region]. Moscow, Krasnoe Znamya, 1947. 144 p. (In Russian).
4. Frolov V.A., Gabdrakhmanov R.M. Stratigrafiya i korrelyatsiya razrezov kungurskogo yarusa platformennoy Bashkirii i Preduralskoy depressii [Stratigraphy and correlation of the Kungurian sections of platform Bashkiria and the Ural Depression]. Ufa, Trudy UfNII – Proceedings of the Ufa Research Institute, 1963, issue 11, pp. 66–72. (In Russian).
5. Masagutov R.Kh. O vozmozhnosti vyyavleniya novykh vidov neantiklinalnykh lovushek v paleozoyskom osadochnom chekhle Bashkirii [On the possibility of identifying new types of non-anticlinal traps in the Paleozoic sedimentary cover of Bashkiria]. Izvestiya AN Kaz. Ser. Geologicheskaya – Proceedings of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR. Ser. Geological, 1989, no. 2, pp. 21–26. (In Russian).
6. Masagutov R.Kh. Prirodnye bitумы i vysokovязkie nefти vostoka Russkoy plity (na primere Bashkortostana) [Natural bitumens and high-viscosity oils from the east of the Russian Plate (on the example of Bashkortostan)]. Geosursy – Georesources, 2007, no. 4 (21), pp. 34–36. (In Russian).

УДК 551.222 (571.56)

DOI: 10.24411/1728-5283-2020-10102

## ПРОСЛЕЖИВАНИЕ ИНТРУЗИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ СКВАЖИН (НА ПРИМЕРЕ ТААС-ЮРЯХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ)

© **А.Н. Козлов**,  
главный геолог,  
Геостра,  
ул. Луганская, 3,  
450071, г. Уфа, Российская  
Федерация,  
e-mail: kozlovan@bngf.ru

© **О.В. Петяева**,  
руководитель сектора,  
Геостра,  
ул. Луганская, 3,  
450071, г. Уфа, Российская  
Федерация,  
e-mail: petyaevaov@bngf.ru

Таас-Юряхское месторождение, в пределах которого проводились сейсморазведочные работы, приурочено к Мирнинскому выступу, который отличается наиболее активным магматизмом в пределах Непско-Ботуобинской антеклизы. Здесь известны трубки взрыва девонского возраста, а также многочисленные дайки и силлы габбро-долеритов.

Результаты интерпретации сейсморазведочных работ 3D в комплексе с данными по скважинам позволили выделить границы трапповых тел и уточнить геологическое строение изучаемой площади. В данной статье кратко представлено выделение интервалов траппового тела в скважинах по результатам геофизических исследований, его корреляция по сейсмическим разрезам, картирование и получение геологической модели.

По данным бурения и характеру волнового поля сейсмических разрезов установлено, что интрузивные тела были распространены практически на всей изучаемой территории, за исключением незначительной зоны в юго-западной ее части. Интрузии долеритов в пределах участка работ занимают различные стратиграфические уровни галогенно-карбонатного комплекса нижнего кембрия: от юрегинской до чарской свит и выходят на поверхность к востоку от площади исследований.

В статье подчеркивается важность и значимость знания площадного распространения, а также глубинного положения интрузивных тел на территории работ. Оценена взаимосвязь интрузивных тел с разрывными нарушениями и их влияние на разломно-блоковое строение залежей углеводородов (УВ). Рассматриваются основные последствия траппового магматизма на уже существующие на тот

момент залежи и возможное его влияние на формирование новых ловушек. В работе приведены моменты, осложняющие процесс бурения скважин при проходке траппов, нередко приводящие к аварии.

Наличие модели распространения трапповых тел и разрывных нарушений позволит упростить задачи поиска ловушек и выявления новых залежей, сократить время простоев, уменьшить материальные и финансовые потери.

Ключевые слова: сейсморазведка, Непско-Ботуобинская антеклиза, нефтегазоносность, трапповый магматизм, стратиграфические уровни, разрывные нарушения

© A.N. Kozlov, O.V. Petyaeva

## TRACING INTRUSIONS BY 3D SEISMIC SURVEY TO OPTIMIZE WELL LOCATIONS: THE CASE STUDY OF THE TAAS-YURYAKH DEPOSIT OF EASTERN SIBERIA

Scientific Production Centre,  
Department of Integrated Seismic  
Interpretation,  
Geostra, 3, ulitsa Luganskaya,  
450071, Ufa, Russian Federation,  
e-mail: kozlovan@bngf.ru,  
petyaevaov@bngf.ru

The Taas-Yuryakh field where seismic surveys were conducted is confined to the Mirny ledge characterized by the most active magmatism within the Nepa-Botuoba Anteklise. It is known for Devonian explosion tubes as well as numerous gabbro-dolerite dykes and sills.

The results of interpretation of 3D seismic surveys in combination with well data allowed us to identify the boundaries of trapp bodies and clarify the geological structure of the area under investigation. This article briefly presents the determination of trapp body intervals in wells using the results of geophysical studies, its correlation by seismic sections, mapping and building a geological model.

Based on drilling data and the nature of the wave field in seismic sections, it was found out that intrusive bodies were distributed almost all over the area in question, except for a small zone in its south-western part. Dolerite intrusions within the work site occupy different stratigraphic levels of the Lower Cambrian halogen-carbonate complex (from the Yurege Formation to the Chara Formation) and are exposed eastward of the research region.

The article emphasizes the importance and relevance of knowing the area distribution and also the deep position of intrusive bodies at the work site. Consideration is given to the interrelation of intrusions with disjunctive dislocations and their influence on the fault-block structure of hydrocarbon deposits as well as main consequences of trapp magmatism on the deposits existed at that time and its possible influence on the formation of new traps. The paper presents the factors that complicate the process of drilling wells when penetrating the trapps, which often lead to an accident.

The availability of a model for the distribution of trapp bodies and disjunctive dislocations will simplify the tasks of searching for trapps and identifying new deposits, reduce downtime, and cut material and financial losses.

Key words: seismic survey, Nepa-Botuoba Anteklise, oil and gas potential, trapp magmatism, stratigraphic levels, disjunctive dislocations

**Введение.** В настоящее время район Непско-Ботубинской антеклизы является основной нефтегазоносной областью в Республике Саха. Нефтеперспективными являются отложения от терригенной базальной толщи венда до подсолевого карбонатного комплекса венда и нижнего кембрия. С ними связаны месторождения нефтегазовые (Среднеботубинское, Таас-Юряхское, Верхневилучанское, Вилуйско-Джербинское, Иктехское, Чаяндинское и другие), газонефтяные (Иреляхское, Маччобинское и др.) и газовые (Северо-Нелбинское, Хотобо-Мурбайское и др.).

Фактором, существенно осложняющим геологическое строение территории, является широкое распространение на территории магматических образований трапповой формации. Ее образование в пределах Непско-Ботубинской антеклизы произошло в среднем палеозое и проявилось, в частности, внедрением интрузий в нефтеносные раннекембрийские отложения. В связи с тем, что залежи углеводородов были сформированы в досреднедевонское время, представляется практически значимым выяснение пространственного положения интрузивных тел в толще нефтеносных пород и их влияние на структуру залежей и качество коллекторов. Не меньший интерес вызывают сведения о распространении магматических образований и разрывных нарушений при планировании буровых работ.

Распространение магматических образований в разрезе возможно установить посредством буровых и сейсморазведочных 3D работ. Их комплексная интерпретация по результатам изучения Таас-Юряхского месторождения Мирнинского выступа позволила уточнить геологическое строение участка, особенности распространения интрузий и разрывных нарушений, выявить зоны, наименее затронутые магматическими и тектоническими процессами.

*Очерк геологического строения.* На территории исследований развиты отложения вендско-раннекембрийского возраста, а также незначительные по мощности юрские отложения, которые в совокупности составляют осадочный чехол. Непосредственно на площади работ осадочный чехол сложен тер-

ригенными, карбонатными, галогенными, сульфатно-карбонатными породами.

Магматические образования трапповой формации имеют на территории широкое распространение. В пределах Непско-Ботубинской антеклизы Мирнинский выступ отличается наиболее активным магматизмом и внедрением интрузий основных пород – габбро-диабазов. Наибольшим распространением пользуются силлы, мощность которых составляет 65–140 м, тогда как дайки встречаются сравнительно редко. Для силлов характерны плавные изменения мощностей и ступенчатый «переход» от одного стратиграфического уровня к другому по ослабленным зонам и разрывным нарушениям, вплоть до выхода траппов на дневную поверхность [1].

*Материал и методы исследования.* Сейсмическими работами была охвачена территория, площадь которой составляет 1035 км<sup>2</sup>. Характеристика разреза получена по 49 скважинам, расположенным на территории работ. Во всех них выявлены интервалы, занятые интрузивными породами. Поскольку отбор керна в них не производился, они условно, по аналогии с соседними площадями отнесены к габбро-долеритам. На каротажных диаграммах они характеризуются низкими значениями естественной гамма-активности (ГК), а также интервального времени продольной волны, высокими показаниями кривой НГК и очень высокими показаниями кривой кажущегося сопротивления (рис. 1).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Комплексный анализ сейсморазведочных и скважинных данных позволил выявить и проследить отражающий горизонт, соответствующий верхнему контакту пластовой интрузии (рис. 2). На сейсмических разрезах, в стратиграфических интервалах с развитием траппового тела, наблюдаются резкое увеличение временной мощности и «скачкообразное» изменение конфигурации отражающего горизонта в местах внедрения и выхода интрузии из данного интервала на фоне субгоризонтального залегания выше- и нижележащих слоев. На локальных участках отмечается хаотичное распределение непротяженных осей синфазности различной интенсивности под верхним эндоконтактом силла.



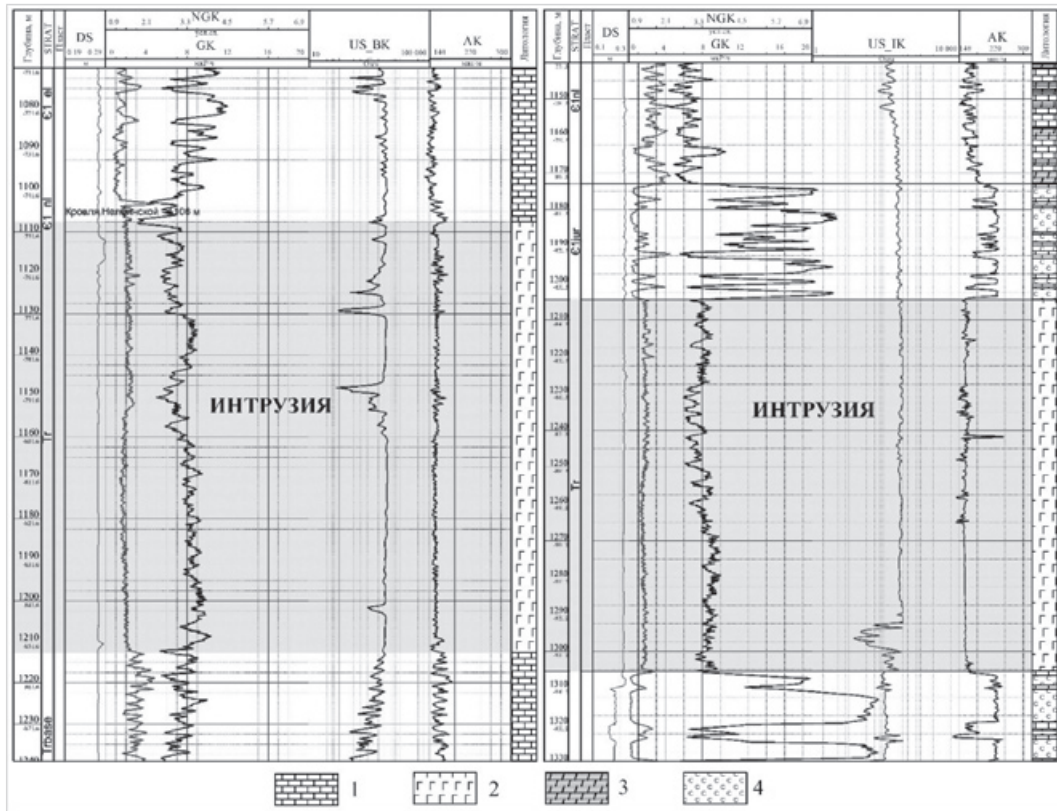


Рис. 1. Выделение интервалов интрузий по данным ГИС:  
1 – доломит; 2 – интрузия; 3 – мергель; 4 – соль каменная

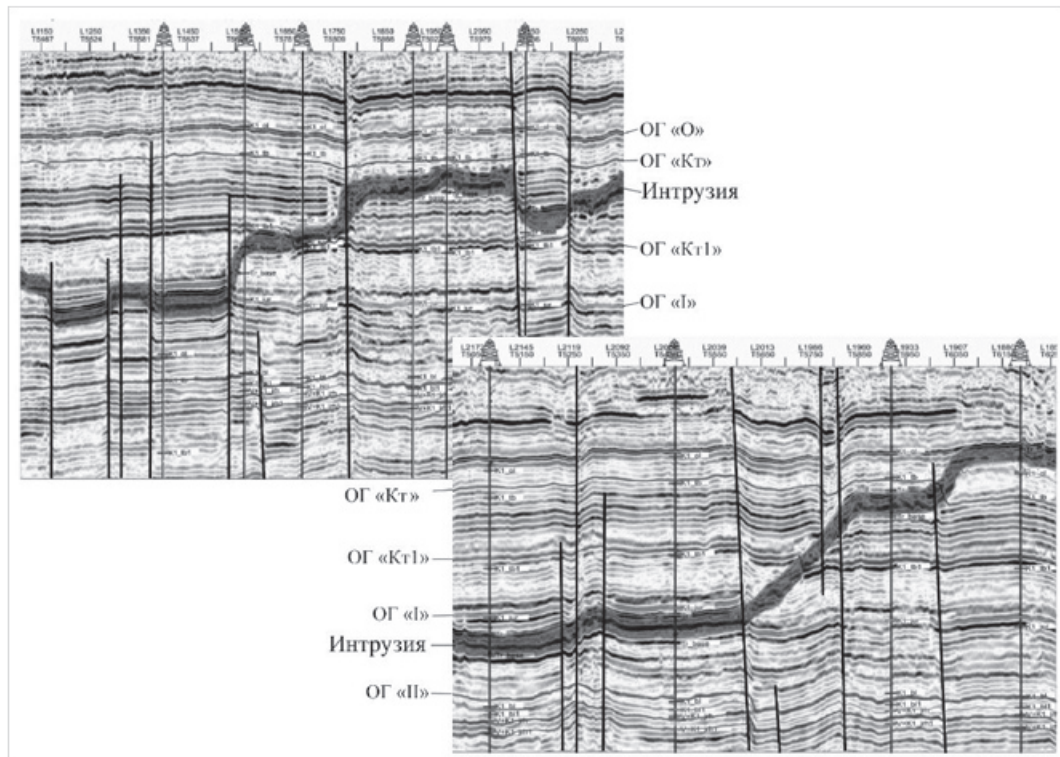


Рис. 2. Выделение интрузий и разрывных нарушений на сейсмических разрезах  
Отражающие горизонты (ОГ) нижнекембрийских отложений: «О» – кровля олекминской свиты;  
«Кт» – кровля толбачанской свиты; «Кт1» – кровля нижнетолбачанской подсвиты;  
«Б» – кровля юрегинской свиты; «П» – кровля билирской свиты

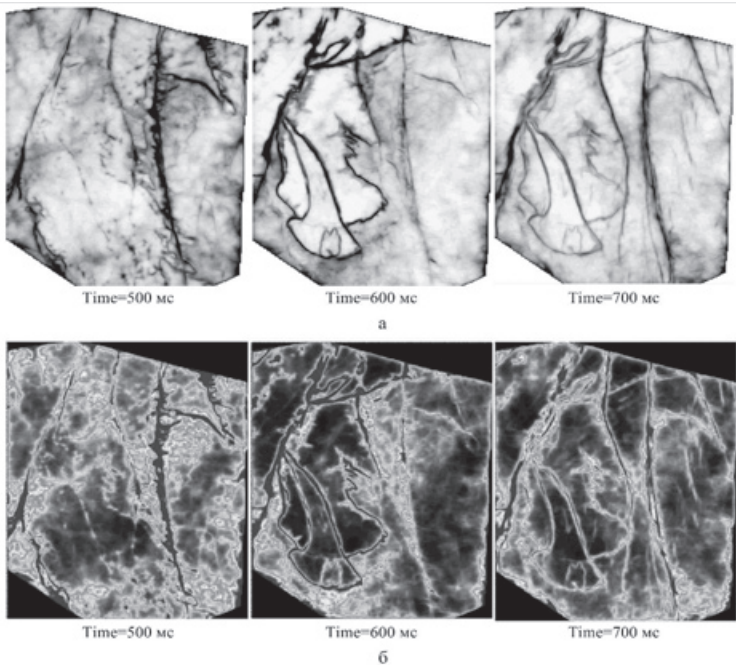


Рис. 3. Отображение тектоники и границ изменения стратиграфических уровней интрузии:  
а – по кубу когерентности; б – по кубу подобия (Likelihood)

До сих пор не существует четких критериев выделения траппов по сейсморазведочным данным.

Скорость сейсмических волн в интрузивных телах больше скоростей во вмещающих породах, соответственно кровля интрузии должна быть проявлена как динамически выраженный положительный экстремум. Однако полученная волновая картина весьма неустойчива. Это объясняется тем, что на временных разрезах происходит потеря послонной корреляции отраженных волн. В областях резкого изменения мощностей силлов происходит дифракция волн, что мешает прослеживанию регулярных отражений [2]. Таким образом, на некоторых участках прослеживание интрузивного тела существенно затруднено, что требует своего разрешения.

Поиск возможных способов более уверенного прослеживания интрузий по территории показал, что наиболее пригоден для этих целей анализ слайсов (горизонтальные сечения) по кубам когерентности и подобия (рис. 3). На них наилучшим образом проявлены линии тектонических нарушений,

а также зоны перехода интрузивного тела на другие стратиграфические уровни и резкие изменения его глубинного расположения.

В результате комплексного анализа всего сейсмического материала была получена трехмерная модель интрузивного тела и построены схемы его расположения в отложениях разных свит (рис. 4).

Интрузивное тело представляет собой каскад силлов, соединенных дайками. Оно распространено на большей части изучаемой территории, за исключением незначительной зоны на ее юго-западе. Силлы отличаются большой протяженностью и выдержанностью толщин на большие расстояния. Признаки явных деформаций вмещающих пород не выявлены, что свидетельствует о внедрении магмы без заметного сопротивления. Подобные условия, согласно [3], возникают в обстановке всестороннего растяжения земной коры и сопровождаются формированием субгоризонтальных и субвертикальных трещин.

При внедрении интрузий в различные стратиграфические интервалы происходит

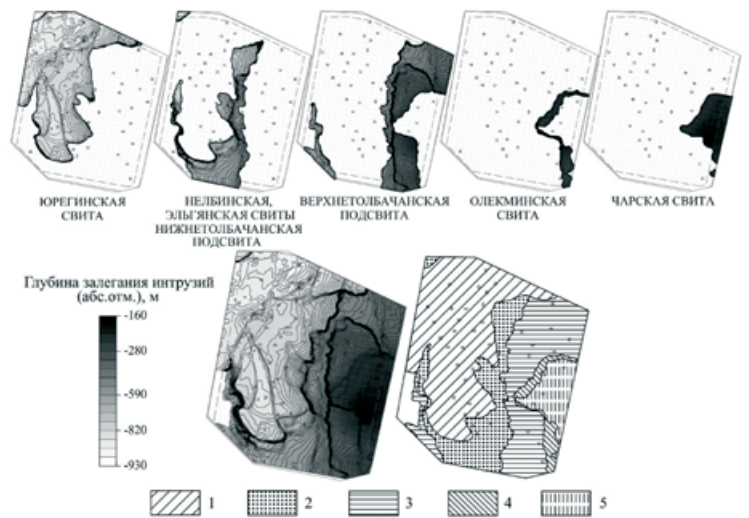


Рис. 4. Модель распространения траппового тела на разных стратиграфических уровнях. Области распространения траппового тела:  
1 – в юрегинской свите; 2 – в нижнетолбачанской под- свите, эльганской и нелбинской свитах;  
3 – в верхнетолбачанской свите;  
4 – в олекминской свите; 5 – в чарской свите.



их значительное влияние на вмещающие породы. Большинство исследователей считают, что интрузивные тела при их внедрении в осадочные породы приподнимают перекрывающую их толщу и осложняют ее структуру [4].

Анализ мощностей отложений юрегинской, нелбинской, эльгянской, толбачанской, олекминской и чарской свит на территории работ показал, что они возрастают с увеличением толщины интрузии. Причем подошва интервалов вмещающих пород остается без видимых изменений.

Следовательно, приведенные материалы свидетельствуют о том, что структурные планы перекрывающих траппы отложений значительно сложнее, чем подстилающих и зависят от мощности и морфологии интрузивных тел.

Трапповый магматизм протекает в обстановке всестороннего растяжения земной коры и сопровождается формированием субгоризонтальных и субвертикальных разломов и трещин. По некоторым из них происходит внедрение магматических расплавов. Представляется значимым оценить влияние этих процессов на уже сформированные ло-

вушки углеводородов и на образование новых залежей.

Вопрос существования и распространения разрывных нарушений на территории работ имеет немаловажное значение для прогноза нефтяных залежей. Дизъюнктивные нарушения могут оказать и положительное, и отрицательное влияние на залежи углеводородов.

Положительная роль разломов сводится к экранированию миграционных потоков УВ и формированию тектонически экранированных залежей. О присутствии таковых свидетельствует блоковое строение участка работ, оно подтверждается различными уровнями флюидных контактов в блоках. На данном месторождении выделено 19 тектонических блоков с разными гипсометрическими отметками газожидкостных контактов (рис. 5). Помимо изложенного, с разрывными нарушениями могут быть сопряжены трещинные коллекторы. Отрицательное воздействие разрывных дислокаций на залежи углеводородов сводится к тому, что по зонам дробления могла осуществляться вертикальная миграция нефти и газа, полностью или частично опустошившая залежи.

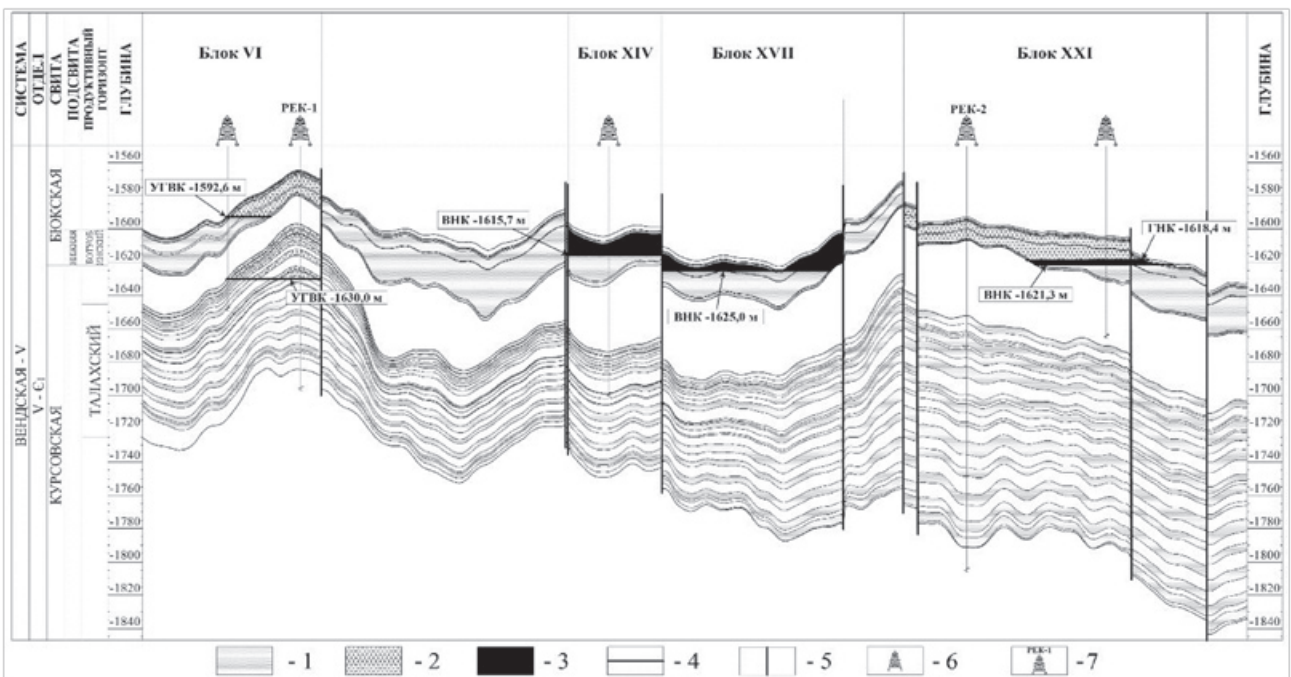


Рис. 5. Геолого-геофизический разрез Таас-Юряхского месторождения:

- 1 – песчаник водонасыщенный; 2 – песчаник газонасыщенный; 3 – песчаник нефтенасыщенный;
- 4 – газожидкостные контакты; 5 – разрывные нарушения; 6 – пробуренные скважины;
- 7 – скважины, рекомендованные к бурению







deposits of the southern regions of the Siberian Platform (Nepa-Botuoba Antecline and adjacent areas)]. Collected papers. Vestn gazovoy nauki – Bulletin of Gas Science, 2016, no. 1 (25). Available at: <http://www.vesti-gas.ru/sites/default/files/attachments/vgn-1-25-2016-040-062.pdf>

(accessed August 1, 2019). (In Russian).

5. Vozhov V.I. Hidrogeologicheskie usloviya mestorozhdeniy nefiti i gaza Sibirskoy platformy [Hydrogeological conditions of oil and gas fields of the Siberian platform]. Moscow, Nedra, 1987. 204 p. (In Russian).

УДК 551.251

DOI: 10.24411/1728-5283-2020-10103

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕТАМОРФИЗМА И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ САМАРСКОЙ ТОЛЩИ (ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОЕ ПОДНЯТИЕ)\*

© В.И. Сначев,

доктор геолого-минералогических наук,  
профессор,  
главный научный сотрудник,  
Институт геологии,  
Уфимский федеральный  
исследовательский центр РАН,  
ул. К. Маркса, 16/2,  
450077, г. Уфа, Российская  
Федерация,  
e-mail: SAVant@inbox.ru

В статье приводится описание геологического строения самарской толщи, развитой в северном и западном обрамлении Челябинского гранитного массива (Восточно-Уральское поднятие) и узкой полосой протягивающейся в меридиональном направлении до широты Варламовского купола. В состав толщи входят филлиты, филлитовидные сланцы, метапесчаники, кварцитопесчаники, кварциты и метабазалты. Основные эффузивы отмечены только в нижней ее части. Контакты с нижележащими образованиями тектонические, а с вышележащими – несогласные. Нижнерифейский возраст толщи принят в соответствии с Южно-Уральской серийной легендой, надежных радиологических данных до настоящего времени по ней не получено.

На основе изучения гранат-биотитового парагенезиса, всесторонне исследованного экспериментально и широко представленного в породах самарской толщи в южной части рассматриваемой территории, получены температура и давление метаморфизма ( $T = 450\text{--}470^\circ\text{C}$ ,  $P = 2.0\text{--}2.7$  кбар), что соответствует условиям эпидот-амфиболитовой фации и абиссальной зоне глубинности (7–9 км).

Рассмотрение петрохимических особенностей метабазалтов позволило реконструировать палеогеодинамические условия их образования. Это умеренномагнезиальные, высокотитанистые, низкокалийевые породы, которые относятся к толеитовой и реже субщелочной сериям. На диаграммах идентификации палеообстановок  $\text{TiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO})$  и  $\text{TiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  высокотитанистые их разновидности отвечают базальтам эпиплатформенных континентальных рифтов, а низкотитанистые – срединно-океанических хребтов. По распределению РЗЭ метабазалты толщи идентичны основным эффузивам бичурской свиты и сопоставимы с траппами Челябинского грабена.

Можно предположить, что самарская толща сформировалась в раннерифейское время в обстановке эпиплатформенного континентального рифтогенеза. В дальнейшем ее отложения испытали региональный метаморфизм в условиях зеле-

\* Работа выполнена в рамках государственного задания, тема №0246-2019-0078