

Геологические фонды как источник новых знаний о старых нефтегазовых месторождениях

DOI: 10.24411/2076-6785-2019-10024

А.С. Борисов
д.г.-м.н., профессор^{1,2}
basgeo49@mail.ru

Е.Е. Андреева
старший научный сотрудник¹

Л.З. Анисимова
научный сотрудник¹

Е.М. Нуриева
к.г.-м.н., доцент²

А.А. Титов
аспирант¹

¹ИПЭН АН РТ, Казань, Россия²Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Существующее в настоящее время количество эксплуатационных скважин на территории Ромашкинского нефтяного месторождения практически на два порядка превышает число скважин глубокого бурения на кристаллический фундамент. Предложено детализировать тектоническое строение кристаллического фундамента с использованием отбивок горизонтов по эксплуатационным скважинам, классического метода схождения и цифровых технологий.

Материалы и методы

Значения абсолютных отметок продуктивных горизонтов карбона и девона по данным эксплуатационных скважин. Данные опорных скважины на кристаллический фундамент. Метод схождения построения структурных поверхностей. Программный пакет Isoline.

Ключевые слова

метод схождения, структурная поверхность, эксплуатационные и разведочные скважины, цифровая модель

Цель представленной работы заключается в получении, на основе применения современных цифровых технологий, дополнительной геологической информации по территориям, разработка нефтегазовых месторождений на которых находится на поздней стадии. К таким регионам относятся и площади Ромашкинского месторождения, из недр которого с начала добычи получено более трех миллиардов тонн нефти.

Число эксплуатационных и разведочных скважин, вскрывающих различные этажи осадочного чехла Ромашкинского месторождения, превышает несколько тысяч, в то время как лишь десятки параметрических скважин проходят кристаллический фундамент на значительную глубину. Существование тесных пространственных взаимосвязей структурных форм чехла Русской платформы со строением фундамента в настоящее время большинством исследователей не отрицается [2, 4], так же, как и возможность глубинной миграции углеводородов [5]. Эти обстоятельства предопределяют геологическую значимость получения новой информации о строении кристаллического фундамента.

Значительные заслуги в области изучения кристаллического фундамента Русской платформы принадлежат известным ученым и специалистам: Р.Х. Муслимову, В.А. Лобову, Б.С. Ситдикову, В.Г. Изотову, И.Х. Кавееву, В.П. Степанову, Э.И. Сулейманову, С.Ю. Ненарокову, Р.С. Хисамову, Т.А. Лапинской, В.Б. Либерману, А.В. Постникову, Н.А. Плотникову, Е.Д. Войтовичу, В.А. Трофимову, Р.Ш. Хайретдинову, А.Г. Садчикову, И.А. Чиркину, И.А. Ларочкиной, А.П. Верхоланцеву и др. За годы, прошедшие с начала целенаправленного изучения кристаллического фундамента юго-востока Татарстана, было создано и опубликовано значительное количество структурных карт по кровле кристаллического фундамента. Наиболее часто геологи используют тектоническую карту (рис. 1), построенную в 1994 г. и скорректированную в 1998 г. В.П. Степановым [3], а также карту денудированной поверхности кристаллического фундамента, созданную под руководством И.А. Ларочкиной (1998, 2013 гг.). Исходными данными для построения этих структурных карт служили материалы глубокого бурения, вскрывавшего кристаллический фундамент, а также данные региональных геофизических исследований — магниторазведки, гравирозведки, электроразведки и сейсморазведки.

Для своих исследований мы использовали фондовые материалы по эксплуатационным и глубоким разведочным скважинам Альметьевской и Миннибаевской площадей, расположенных в западной части Ромашкинского месторождения (рис. 1). Территориально они занимают, соответственно, 188 км² и 276 км². На Альметьевской площади на кристаллический фундамент пробурено всего девять глубоких и четыре параметрические скважины: плотность бурения, таким

образом, составляет 0,07 скв/км². Изученность глубоким и параметрическим бурением Миннибаевской площади несколько иная: здесь пробурены одиннадцать глубоких скважин и одна параметрическая, плотность составляет 0,04 скв/км². Региональной сейсморазведкой изучены две площади четырьмя сейсмическими профилями, что дает 0,21 пог. км/км². Приведенные цифры свидетельствуют о явной недостаточности исходных данных для детальных структурных построений по поверхности кристаллического фундамента. Одновременно, существующий в настоящее время фонд эксплуатационных скважин на территории Альметьевской и Миннибаевской площадей превышает цифру 2800 скважин на 464 км². Плотность разбуривания, таким образом, составляет 6 скв/км², что практически на два порядка выше плотности глубокого бурения на кристаллический фундамент. Такая высокая плотность изученности реперных поверхностей нижних горизонтов осадочного чехла дает возможность построить более детальные и достоверные модели структурной поверхности кристаллического фундамента на основе построений классическим методом схождения. Допустимость использования данного метода для исследуемых территорий вполне геологически обоснована [2, 4, 5].

Для Татарстана практическая значимость детальной цифровой модели рельефа фундамента обусловлена, в первую очередь, важностью проблемы продления сроков активной и рациональной эксплуатации Ромашкинского месторождения.

Методы исследований

На первом этапе создания детальной цифровой модели рельефа кристаллического фундамента двух площадей Ромашкинского месторождения были оцифрованы представленные в геологическом отчете [1] и в других фондовых материалах изогипсы структурной поверхности реперной границы «верхний известняк» (подошва пашийского горизонта) в толще осадочного чехла (рис. 2).

Следующим важным этапом построения новой карты поверхности фундамента является построение карты изопакит (рис. 3) между репером «верхний известняк» и поверхностью фундамента по изогипсам существующих карт кристаллического фундамента, которые, в свое время, были созданы с использованием результатов относительно малого фонда пробуренных до кристаллического фундамента поисковых скважин и данных региональной геофизики [3, 4]. На полученной карте изопакит максимальные толщины (144 м) отмечаются в скважине №1, находящейся на юге рассматриваемого нами участка. Минимальная толщина (111 м) отмечается в скважине №655, поэтому при построении карты изопакит в качестве граничных условий взяты именно эти значения, а направление осадконакопления задано с юга на север при направлении анизотропии

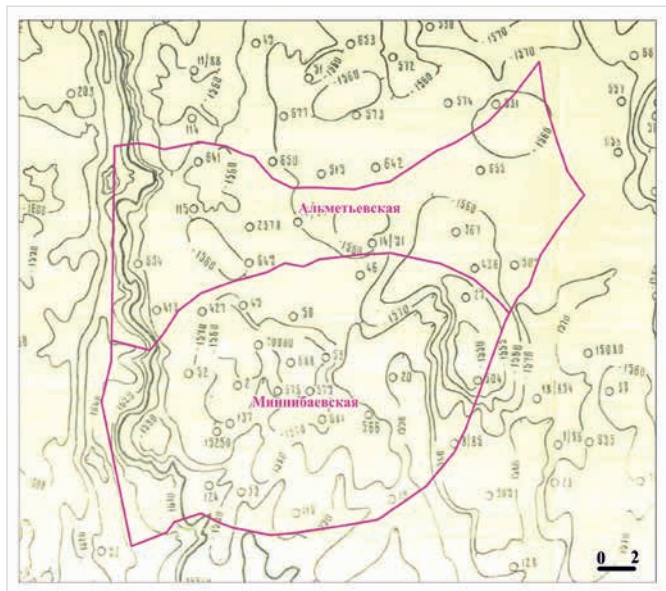


Рис. 1 — Фрагмент карты поверхности кристаллического фундамента территории Татарстана по геолого-геофизическим данным (В.П. Степанов, 1998 г.)

Fig. 1 — Fragment of the map of a surface of the crystal base of the territory of Tatarstan according to geologic-geophysical data (V.P. Stepanov, 1998)

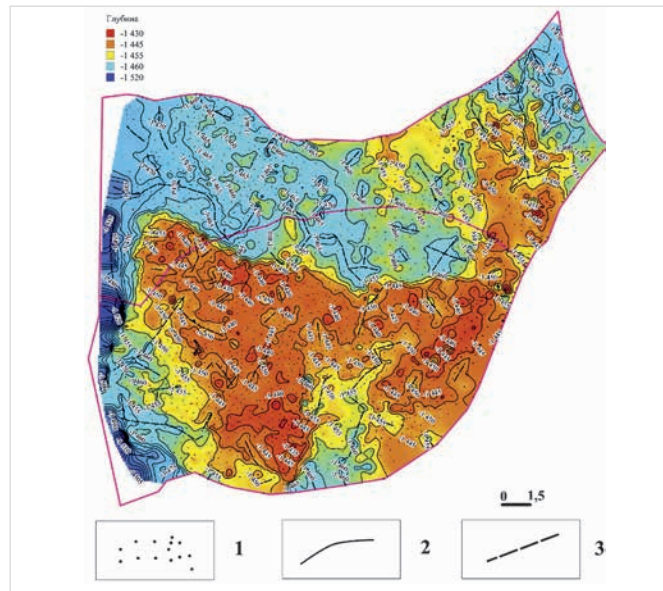


Рис. 2 — Структурная карта по подошве репера «верхний известняк»: 1 — оцифрованные скважины эксплуатационного бурения; 2 — восстановленные изогипсы подошвы репера «верхний известняк»; 3 — линии прогибов

Fig. 2 — Structural map of the reference surface "top limestone": 1 — the production wells; 2 — the isohypses "top limestone"; 3 — lines of deflections

в 80–85°. Градиент увеличения толщины при этом составит 33 м при среднем расстоянии между опорными скважинами 25 км.

Для создания новой цифровой модели рельефа фундамента использовался классический метод схождения и функциональные возможности цифровых программных пакетов, в частности, Isoline. На вновь полученных картах (рис. 4) рельеф поверхности кристаллического фундамента Ромашкинского месторождения на Миннибаевской и

Альметьевской площадях характеризуется интенсивной расчлененностью, состоит из системы восьми выступов и двух отрицательных структур, интерпретируемых нами как области пониженного залегания поверхности кристаллического фундамента. В рельефе отображается также система структурных террас, отчетливо проявляющаяся на юго-западе данной территории в виде резкого изменения градиента рельефа. Увеличение абсолютных отметок с юго-запада

на северо-восток и параллельность линий разломов юго-восточной ориентации показывает ступенчатый вид моноклинали кристаллического фундамента территории с рядом структурных террас, проявляющих себя в виде блоков 1, 2, 3, 5, 6 (рис. 4).

Итоги

Построена карта изопохит между репером «верхний известняк» и кристаллическим фундаментом. Методом схождения с

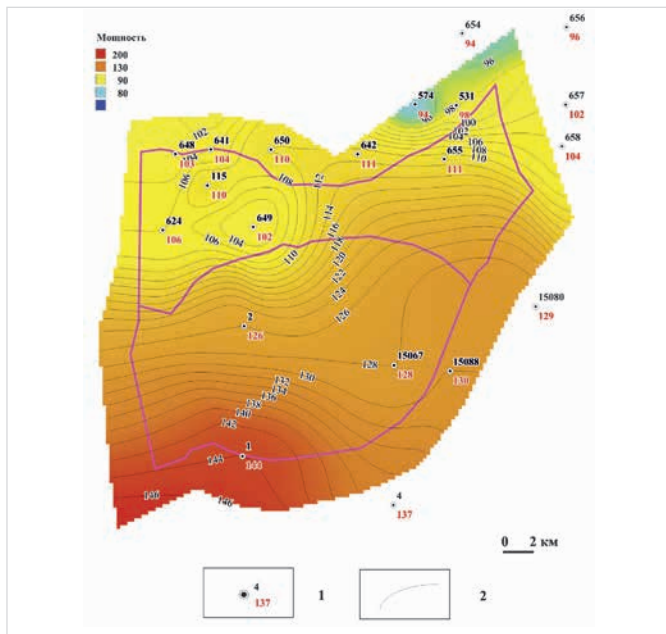


Рис. 3 — Карта изопохит между подошвой репера «верхний известняк» и схематической картой кристаллического фундамента: 1 — скважины поискового бурения; 2 — изопохиты

Fig. 3 — Map of isopachytes between a reference surface "top limestone" and the schematic map of the crystal base: 1 — deep wells; 2 — isopachytes

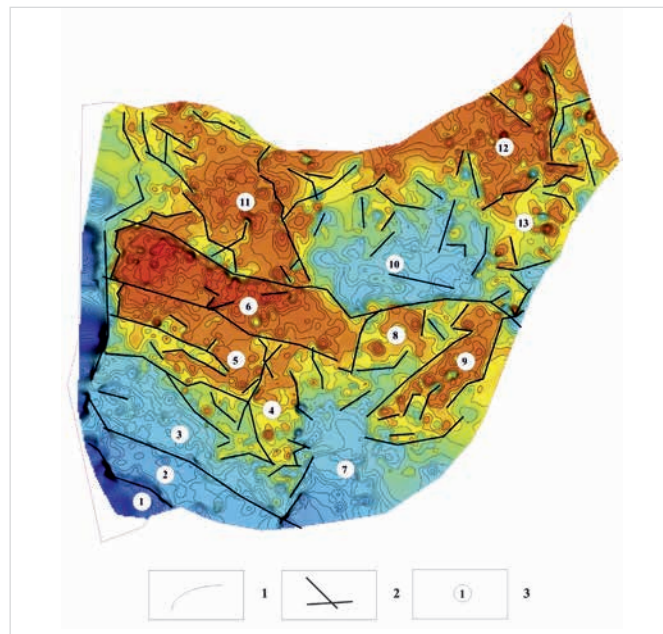


Рис. 4 — Новая модель блокового строения поверхности кристаллического фундамента на Альметьевской и Миннибаевской площадях Ромашкинского месторождения: 1 — изогипсы структурной поверхности; 2 — линии разломов; 3 — номера блоков фундамента

Fig. 4 — New model of the block structure of a surface of the crystal base on the Almetyevsk and Minnibayevsk areas of the Romashkino field: 1 — isohypses of a structural surface; 2 — lines of breaks; 3 — numbers of blocks of the base

использованием программы Isoline рассчитана и проинтерпретирована новая цифровая модель структурной поверхности кристаллического фундамента Ромашкинского месторождения на Миннибаевской и Альметьевской площадях.

Выводы

Новая цифровая модель структурной поверхности кристаллического фундамента позволяет существенно уточнить элементы блоковой тектоники и зоны тектонических нарушений. Намеченные линии разломов меняют варианты интерпретации данных региональной сейсморазведки. Предлагаемая модель блокового строения

кристаллического фундамента косвенно согласовывается с данными мониторинга геодинамической активности Ромашкинского месторождения.

Литература

1. Ларочкина И.А. и др. Перспективы нефтеносности эйфельско-живетских отложений девона на территории Ромашкинского месторождения. Отчет. Геолфонды РТ, 1994. 104 с.
2. Р.Х. Муслимов и др. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений. Т.1. Казань: «Фэн» АН РТ, 2007. 316 с.
3. Степанов В.П., Тарасов Е.А. и др. Составление тектонической карты территории

Татарстана масштаба 1:200 000. Казань: ТГРУ, 1998. 113 с.

4. Р.С. Хисамов и др. Тектоническое и нефтегеологическое районирование территории Татарстана. Казань: «Фэн» АН РТ, 2006. 328 с.

5. Углеводородный потенциал фундамента молодых и древних платформ: Перспективы нефтеносности фундамента и оценка его роли в формировании и переформировании нефтяных и газовых месторождений. Международная научная конференция, материалы. Казань, 2006.

6. Хисамов Р.С., Гатиятуллин Н.С., Кузьмин Ю.О. и др. Современная геодинамика и сейсмичность юго-востока Татарстана. Казань: «Фэн» АН РТ, 2012. 240 с.

ENGLISH

GEOLOGY

UDC 551

Geological archives as a source of new knowledge about old oil and gas fields

Authors

Anatoliy S. Borisov — Sc.D, professor^{1,2}; basgeo49@mail.ru

Evgenia E. Andreeva — senior researcher¹

Liliya Z. Anisimova — researcher¹

Evgenia M. Nurieva — Ph.D., associate professor²

Arsen A. Titov — Ph.D. student²

¹IPEN AN RT, Kazan, Russian Federation

²Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation

Abstract

The current number of production wells in the territory of the Romashkinskoye oil field is almost two orders of magnitude higher than the number of deep wells drilled to the crystalline basement. It has been proposed to detail the tectonic structure of the crystalline basement using skimming horizons for production wells, the classical method of convergence and digital technologies.

Materials and methods

The values of the absolute elevations of the productive horizons of the Carboniferous and the Devonian according to the data of production wells.

Data reference wells on the crystalline basement. The method of convergence of the construction of structural surfaces. Software package Isoline.

Keywords

method of convergence, structural surface, production and exploration wells, digital model

Results

An isopach map was constructed between the "upper limestone" reper and the crystalline basement. The new digital model of the structural surface of the crystalline basement of the Romashkinskoye field in

Minnibayevskaya and Almet'yevskaya areas was calculated and interpreted using the convergence method.

Conclusions

A new digital model of the structural surface of the crystalline basement allows us to significantly refine the elements of block tectonics and the zone of tectonic disturbances. The intended fault lines change the interpretation of regional seismic data. The proposed model of the block structure of the crystalline basement is indirectly coordinated with the monitoring data of the geodynamic activity of the Romashkinskoye field.

References

1. Larochkina I.A. and others. *Perspektivy neftenosnosti eyfel'sko-zhivetskikh otlozheniy devona na territorii Romashkinskogo mestorozhdeniya* [Prospects of oil-bearing Eifel-Zhitian Devonian deposits in the territory of the Romashkinskoye field]. Report. Geological archive of the Republic of Tatarstan, 1994. 104 p.
2. R.Kh. Muslimov and others. *Neftegazonosnost' Respubliki Tatarstan. Geologiya i razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy* [Oil and gas content of the Republic of Tatarstan. Geology and development of oil fields]. V.1. Kазan: "Fen", Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 2007, 316 p.
3. Stepanov V.P., Tarasov E.A. and oth. *Sostavlenie tektonicheskoy karty territorii Tatarstana masshtaba 1:200 000* [Preparing of the tectonic map of the territory of Tatarstan, scale 1: 200 000]. Kазan: Tatar Geology and Prospecting Administration, 1998, 113 p.
4. R.S. Khisamov and others. *Tektonicheskoe i neftegeologicheskoe rayonirovanie territorii Tatarstana* [Tectonic and petrogeological zoning of the territory of Tatarstan]. Kазan: "Fen" AN RT, 2006, 328 p.
5. *Uglevodorodnyy potentsial fundamenta molodykh i drevnikh platform: Perspektivy neftenosnosti fundamenta* [Hydrocarbon potential of the foundation of young and ancient platforms: Prospects for oil-bearing foundations and assessment of its role in the formation and re-formation of oil and gas fields]: International scientific conference, proceedings. Kазan, 2006.
6. Khisamov R.S., Gatiyatullin N.S., Kuz'min Yu.O. and others. *Sovremennaya geodinamika i seysmichnost' yugo-vostoka Tatarstana* [Modern geodynamics and seismicity of the south-east of Tatarstan.] Kазan: "Fen" AN RT, 2012, 240 p.