





© R.Kh. Masagutov<sup>1</sup>, R.D. Bakirov<sup>2</sup>

# PETROLEUM POTENTIAL OF CARBONATE ROCKS UNDERLYING THE ALATAU FORMATION OF THE BELSKAYA DEPRESSION, PRE-URAL FOREDEEP

<sup>1</sup>Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, 15, ulitsa Kirova, 450008, Ufa, Russian Federation, e-mail: masagutovr@mail.ru

<sup>2</sup> Ufa State Petroleum Technical University, 1, ulitsa Kosmonavtov, 450062, Ufa, Russian Federation, e-mail: bakirovrd@gmail.com

The main objective of the paper is to study the geological features of the Paleozoic sediments within the Belskaya Depression of the Pre-Ural Foredeep that influence the efficiency and success rate of hydrocarbon exploration in this area.

The research is aimed at the zone characterized by reverse faults and thrusts which alongside other factors control the Malyshvskoe, Tabynskoe and Arkhangelskoe oil fields. Ninety four percent of their proved recoverable reserves are found mainly in the carbonate section of the Upper Frasnian-Tournaisian sediments underlying the Alatau Formation, the major exploration target in the Belskaya Depression.

The key problem of the study area affecting the efficiency of exploration operations is generally associated with the complicated geology of the potential prospects and limited areal development of the rocks which may provide seals to potential oil pools. It has been proved that there are no commercial oil accumulations in the underlying reservoirs where the Alatau Formation is not developed. Hence the paper focuses on the detailed investigation of the distribution and lithology of the siliciclastic Alatau Formation acting as a good seal to trap oil in the Tournaisian and Frasnian sediments.

The Alatau Formation is regarded in the paper not only as a cap rock, but also as a potential reservoir in the upper part of its section. The paper gives data on the presence and distribution of a potential sandstone fairway within the Alatau Formation characterized by limited areal extent. The paper also discusses the probable existence of the Upper Frasnian organogenous build-ups within the study area as potential hydrocarbon reservoirs in places where the Alatau Formation is developed.

The review and analysis of geological and geophysical data now available within the scope of the study reveal the most promising first-priority areas for further exploration with high anticipated success rate and probability of new discoveries.

Key words: Pre-Ural Foredeep, Belskaya Depression, Alatau Formation, reverse fault, thrust, reef, seismic survey, hydrocarbon potential

В современном тектоническом плане БД представляет собой структуру первого порядка, выделяющуюся в верхнекаменноугольно-пермских отложениях. По последней схеме тектонического районирования Волго-Уральской антеклизы, составленной ИГиРГИ в 1979 году, БД с севера и востока ограничена,

соответственно, Каратауским тектоническим комплексом и Башкирским антиклинорием Уральской складчатой системы. На юге она граничит с Шихано-Ишимбайской седловинной Предуральского краевого прогиба (ПКП), а на востоке с Благовещенской впадиной (см. врезку в северо-западном углу рис.1).

Карта толщин терригенной пачки (II) алатауской свиты

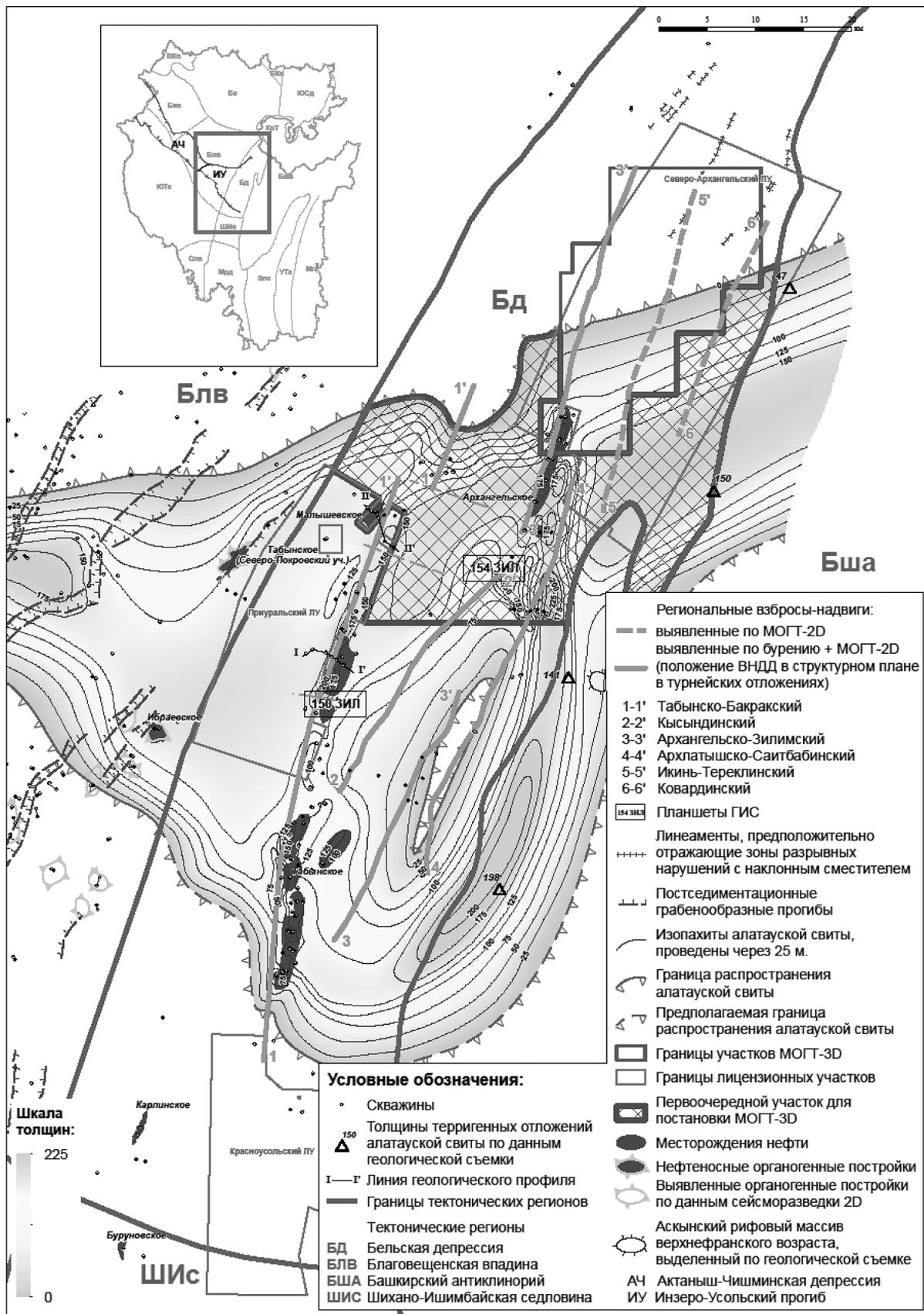


Рис. 1. Карта толщин терригенной пачки II алатауской свиты

В девонско-среднекаменноугольное время эта часть Башкортостана представляла собой восточную окраину Русской плиты. Большая часть БД по отложениям от верхнего франа до бобриковского горизонта визейского яруса осложнена внутриформационным Инзеро-Усольским прогибом, который является восточным продолжением Актаныш-Чишминской ветви Камско-Кинельской системы прогибов (ККСП).

В пределах БД открыты залежи нефти приурочены к двум структурно-фациальным зонам – к зоне органогенных построек нижнепермского возраста, являющихся по определению Т.Т. Казанцевой [1] частью Трансуральского пояса рифовых массивов и зоне взбросо-надвиговых дизъюнктивных дислокаций (ВНДД). Изучению взбросо-надвиговых дислокаций посвящены работы М.А. Камалетдинова (1974), Н.Н. Лисовского, В.С. Афанасьева, И.В. Барыкина и др. (1980), М.А. Камалетдинова, Ю.В. Казанцева, Т.Т. Казанцевой (1980), Ю.В. Казанцева (1984). Т.Т. Казанцевой (2000) и др.

Зона ВНДД расположена восточнее зоны рифовых массивов, в центральной и восточ-

ной частях БД. Площадными сейсморазведочными работами эта часть территории БД, как и остальная, изучена слабо и неравномерно. Бурение, включая и эксплуатационное, проводилось в основном в районах Северо-Архангельского, Малышевского и участков Табынского месторождений. Проведенными геологоразведочными работами (ГРР) установлены (с запада на восток) Табынско-Бакракская, Архангельско-Зилимская, Архлатышско-Саитбабинская ВНДД. Между двумя первыми выделена Кысиндинская. Восточнее Архлатышско-Саитбабинской протрассированы Икинть-Тереклинская и Ковардинская ВНДД (рис. 1).

По данным аэрокосмогеологических исследований, выполненных в северной части БД [2], закартированы линеаменты, которые интерпретируются как северные продолжения Табынско-Бакракской, Архангельско-Зилимской и Архлатышско-Саитбабинской ВНДД. Вдоль Табынско-Бакракской ВНДД открыты Малышевское месторождение и несколько нефтеносных участков, отнесенных к Табынскому месторождению [3]. На рисунках 2а, 2б приведены геологические профили че-

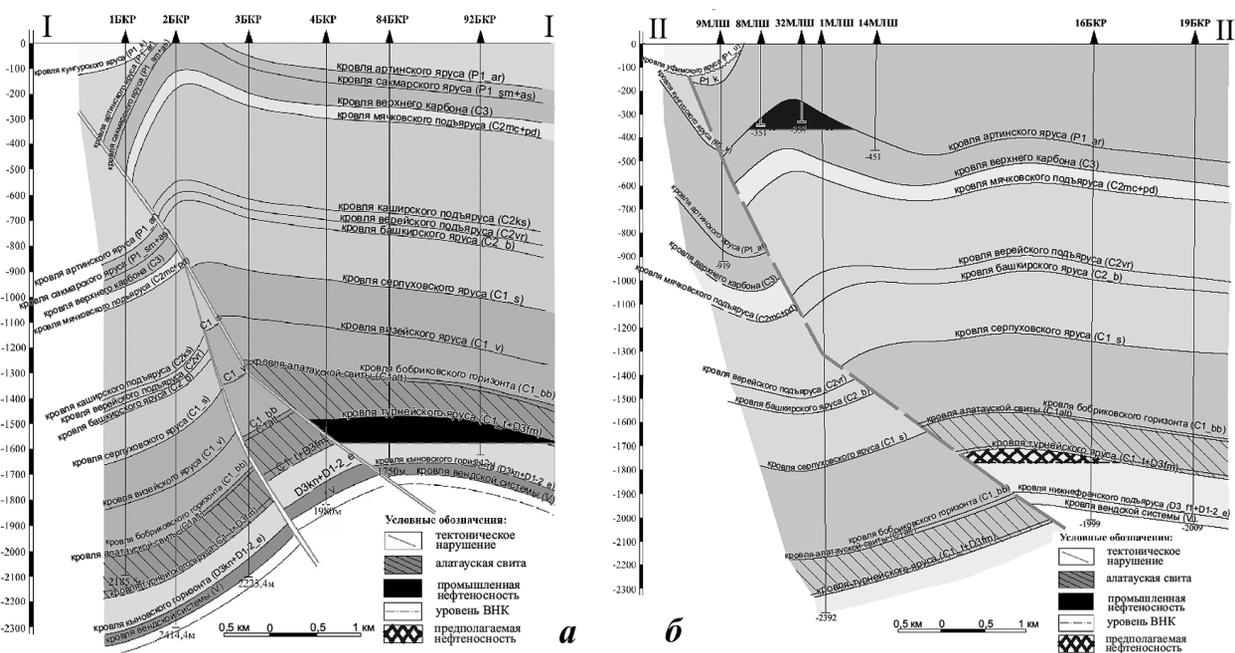


Рис. 2. Схематические геологические профили через: а) Бакракский участок Табынского (I-I) и б) Малышевского месторождений (II-II).



а минимальная в скважине 161 Зилим (10 м). В скважине 154 Зилим песчаники и алевролиты мощностью 15 м по шламу пропитаны нефтью. Но они остались не испытанными. О том, что песчаники являются коллекторами, свидетельствует получение из них притока пластовой воды дебитом 50 м<sup>3</sup>/сут. Пористость песчаников по керну достигает 21,4%, в среднем составляет 14,1%.

В скважине 244 Бекетовской площади, пробуренной в Актаныш-Чишминском прогибе вблизи границы с БД, в песчаниках верхней пачки алатауской свиты установлено нефтенасыщение [6]. При испытании интервала перфорации 2087,2–2092,0 м через колонну

получен приток нефти дебитом 3 куб. м/сут. при депрессии 12,9 Мпа, плотность нефти 0,911 г/см<sup>3</sup>. Приведенные факты могут свидетельствовать о более широком площадном распространении песчаников в верхней пачке алатауской свиты БД и возможном обнаружении в них месторождений нефти.

Распространение алатауской толщи в восточной части Актаныш-Чишминского прогиба контролируется положением верхнетурнейских бортов, которые довольно уверенно выделяются по материалам сейсморазведки МОГТ-2D. Но в пределах БД граница Инзеро-Усольского прогиба по сейсморазведке МОГТ-2D проводилась условно [6], особен-

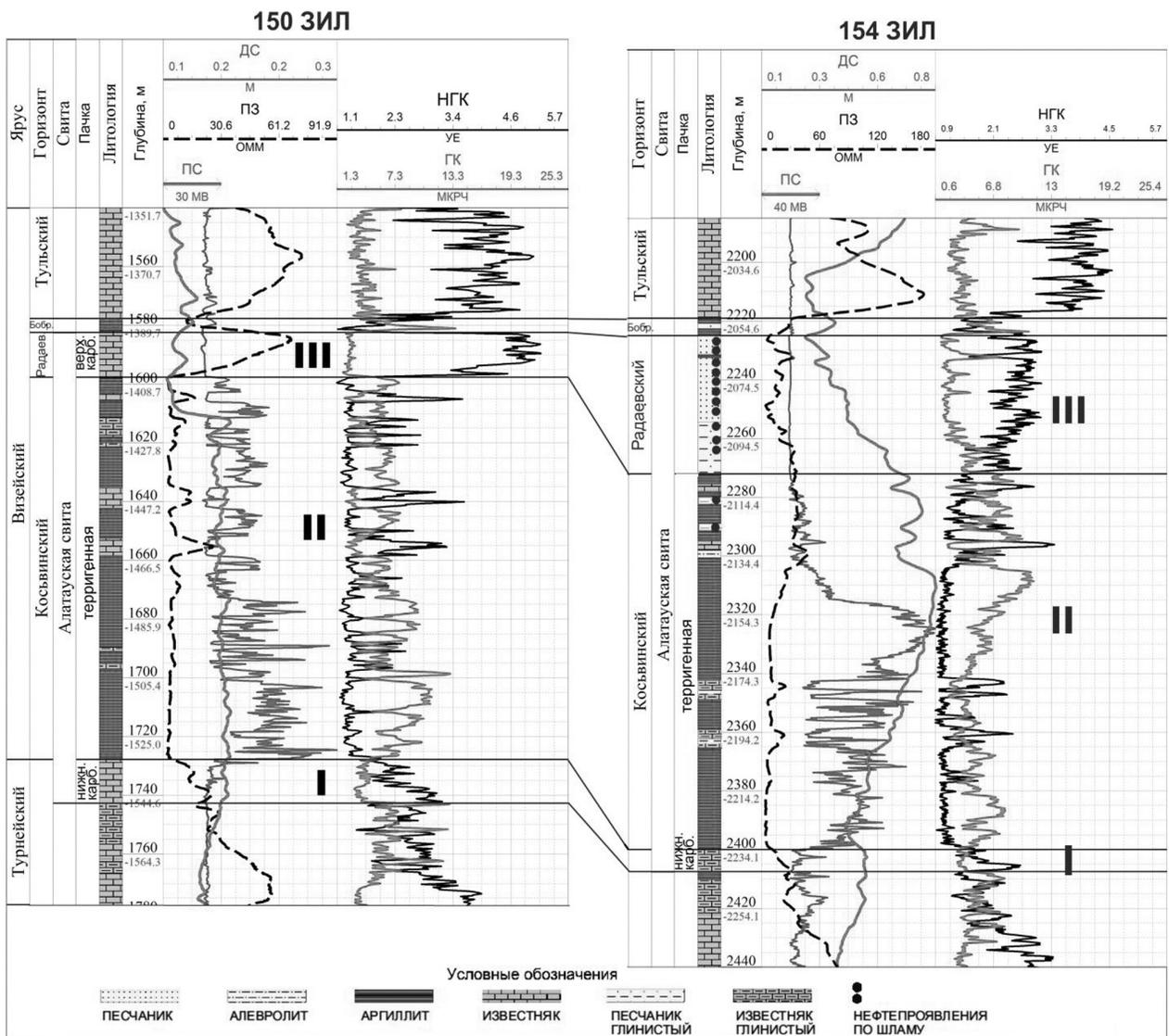


Рис. 3. Корреляционная схема алатауской толщи по линии скважин 150 ЗИЛ-154 ЗИЛ I, II, III- литологические пачки

но в ее северной части. Причиной тому была низкая разрешенность волновой картины сейсморазведки 2Д и невысокая изученность территории глубоким бурением. Лишь после проведения в 2015-2016 г. г. полевых сейсморазведочных работ 3Д на Северо-Архангельском участке и последующего применения современных пакетов обработки и интерпретации полученных данных, впервые появилась возможность уверенного трассирования границы развития алатауской свиты. На сейсмических профилях граница алатауской свиты по форме сейсмической записи отображается как клиноформа, что связано с чередованием терригенных и карбонатных пачек (рис. 4 «в»). Кроме того, сейсморазведка 3Д позволила более уверенно протрассировать положение дизъюнктивных нарушений и детализировать структурный план по основным маркирующим горизонтам палеозоя.

Для ранжирования территории БД по степени перспективности и для размещения первоочередных объемов ГРП с целью выявления новых месторождений, в первую очередь в подалатауской свите, построена карта толщин пачки II алатауской свиты. Выбор ее как объекта картирования обусловлен тем, что она, в отличие от остальных пачек алатауской свиты, обладает наилучшими экранирующими свойствами из-за своего литологического состава и наибольшей выдержанности по площади. По полученной рисовке она в плане протягивается с восточной окраины Благовещенской впадины через Бельскую депрессию на Западный склон Урала. Северная граница ее развития относительно прямолинейна, а южная имеет четко выраженную форму залива, вытянутого в южном направлении. Между южным отрезком Архангельско-Зилимского ВНДД и Архлатышско-Сайтбабинским наблюдается узкий и небольшой по площади (38 кв. км) участок отсутствия пачки II, вследствие чего развитие осевой зоны Инзеро-Усольского прогиба с максимальными толщинами, имеет сложную конфигурацию (рис. 1). Толщины алатауских отложений увеличиваются от границ распространения с 0 до 150–250 м в осевой зоне, а площадь ее

распространения в пределах БД составляет более 230 км<sup>2</sup>.

В выборе первоочередного участка в Бельской впадине очень полезной оказалась полученная геологическая информация в результате проведения сейсморазведки 3Д на Северо-Архангельском участке. Сейсмическая информация позволила более детально осветить строение Архангельского месторождения и прилегающих к нему территорий.

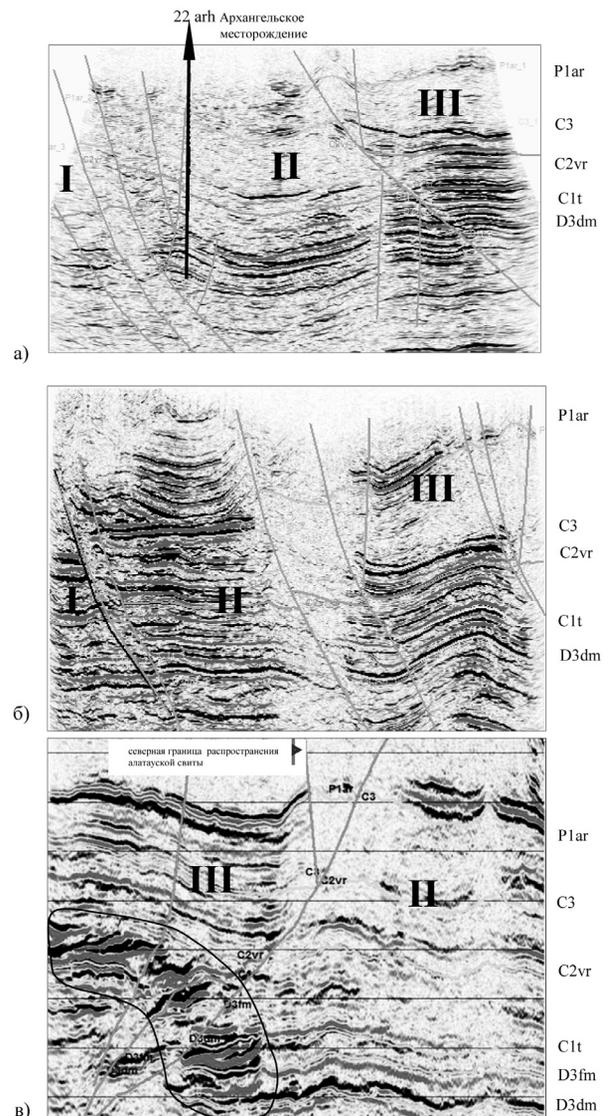


Рис. 4. Временные разрезы по линиям: а) 1-1; б) 2-2; в) 3-3 (см. рис. 5).

Примечание: отражающие горизонты: D3dm – кровля доманикового горизонта, D3fm – кровля фаменского яруса, C1t – кровля турнейского яруса, C2vr – кровля верейского горизонта, C3 – кровля верхнего карбона, P1ar – кровля артинского яруса; блоки: I-Западный, II-Центральный, III-восточный.

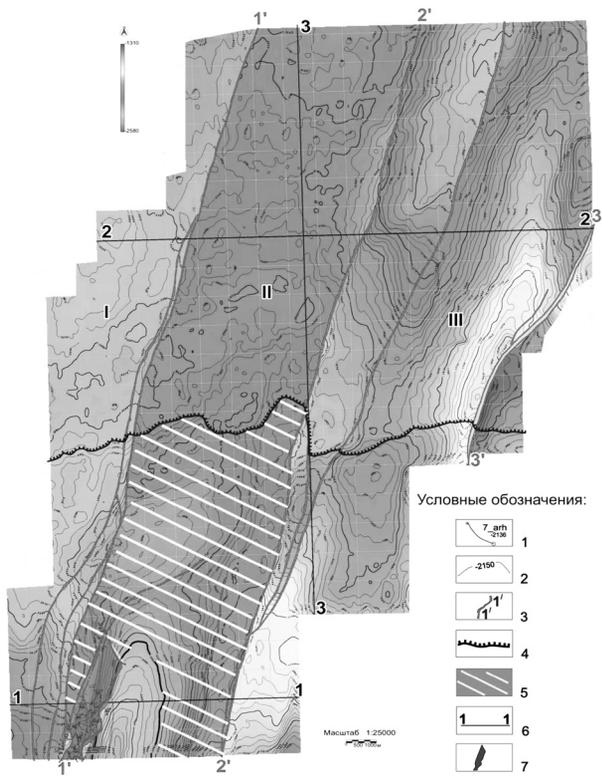


Рис. 5. Структурная карта по отражающему горизонту С1т (кровля турнейского яруса)

Примечание: 1 – расположение скважины; 2 – изогипсы в м; 3 – тектонические нарушения сбросо-надвигового типа: 1'-1' – Архангельско-Зилимский, 2'-2' – Икинью-Тереклинский, 3'-3' – Ковардинский; 4 – северная граница распространения алатауской свиты; 5 – перспективная зона; 6 – линии временных разрезов; 7 – сводный конур Архангельского месторождения; блоки: I – Западный, II – Центральный, III – восточный

На представленной карте по отражающему горизонту С1т (кровля турнейского яруса) показаны уточненные положения Архангельско-Зилимской, Икинью-Тереклинской и, частично, Ковардинской ВНДД, а также северное продолжение Икинью-Тереклинской (рис. 5).

На широтных профилях «а» и «б» (рис. 4) видно, что ВНДД сложно построены и состоят из нескольких крутопадающих, в основном, в восточном направлении разрывных нарушений. Они делят участок на три блока: западный, центральный и восточный (рис. 4, 5). В южной половине центрального блока к участку развития алатауской свиты приурочено Северо-Архангельское месторождение

нефти. Возможная площадь нефтеносности его может значительно превышать имеющуюся. Если взять принятый водонефтяной контакт подалатауской залежи на отметке минус 2257 м за основу расчета площади нефтеносности по новой структурной рисовке, то можно рассчитывать на увеличение площади месторождения в контуре проведенной сейсморазведки 3Д еще не менее чем на 100 кв. км, то есть размеры его могут увеличиться в 8 раз. Учитывая такой вариант, рекомендуется провести дополнительное разведочное бурение в пределах выделенного объекта с целью увеличения сырьевой базы Архангельского месторождения по подалатауским отложениям. Надо отметить, что южное замыкание этого объекта сейсморазведкой не изучено.

Параллельно с разведочными работами, рекомендуется осуществление сейсморазведки 3Д на территории Бельской депрессии от района скважины 154 Зилим до северной границы распространения алатауской свиты, исключая площадь сейсморазведки 3Д на Северо-Архангельском участке. На западе границу площади съемки предлагается принять по восточной и северной границе Приуральского участка, затем по контакту Бельской депрессии с Благовещенской впадиной. С восточной стороны ограничиться границей со складчатым Уралом. Этими работами, во-первых, будут детализированы строение Кысиндинской ВНДД, южного продолжения Икинью-Тереклинского, уточнено строение северных частей Архлатышско-Саитбабинской, Кысиндинской и Табынско-Бакракской ВНДД и сопряженных с ними валообразных зон с локализацией в их пределах структур. Во-вторых, будет исследовано южное замыкание перспективного объекта, выявленного на Северо-Архангельском участке. В-третьих, будет изучено строение и распространение песчаного пласта верхней пачки алатауской свиты с возможным нефтенасыщением в районе скважины 154 для подготовки объекта под поисковое бурение. В-четвертых,





- zony [Geology and hydrocarbon potential of the Tabynsk-Malyshevo structural and tectonic zone]. *Novoe v geologii i razrabotke neftianykh mestorozhdeniy Bashkortostana – Advances in Geology and Development of Oil Fields in Bashkortostan*, Ufa, Bashneft-Geoproject, 2008, issue 120, pp. 131–146. (In Russian).
3. Masagutov R.Kh., Tishin S.A., Bachurina V.V., Valitov R.M. Glubinnoe stroenie severnoy chasti Belskoy depressii po materialam aerokosmogeologicheskikh issledovaniy. [Subsurface setting of the northern part of the Belskaya Depression based on aerospace geology data]. Ufa, BashNIPI neft, 1991, issue 83, pp. 47–52. (In Russian).
  4. Yunusov M.A. Osobennosti stroeniya Kamsko-Kinelskoy sistemy progibov i ikh vliyanie na neftenosnost karbonatnykh otlozheniy devona i karbona Severnoy Bashkirii [Geology features of the Kama-Kinel system of troughs and their impact on hydrocarbon occurrences in the Devonian and Carboniferous carbonates of northern Bashkiria]. *Geologiya i neftegeozonosnost karbonatnykh otlozheniy devona i karbona Permskogo Prikamya i privileyushchikh rayonov* [Geology and petroleum occurrences in the Devonian and Carboniferous carbonates of the Permian Kama region and adjacent territories]. Moscow, Nedra, 1965, pp. 147–150. (In Russian).
  5. Arkhipova V.V. Novye dannye po stratigrafii karbonatno-terrigenykh otlozheniy nizhnego karbona Aktanysh-Chishminskoy i Inzero-Usolskoy paleodepressii [New data on stratigraphy of carbonate and siliciclastic sediments of the Lower Carboniferous in the Aktanysh-Chishminskaya and Inzer-Usolskaya paleodepressions]. Ufa, BashNIPIneft, 1986, issue 74, pp. 66–72. (In Russian).
  6. Amelchenko N.B., Minkaev V.N., Masagutov R.Kh. Perspektivy poiskov zalezhey uglevodorodov vo vnutrenney zone Belskoy depressii Preduralskogo predgornogo progiba. [Potential of hydrocarbon deposits exploration in the interior zone of the Belskaya Depression, Pre-Ural Foredeep]. *Neftyanoe Khozyaystvo – Oil Industry*, 2014, no. 7, pp. 81–85. (In Russian).
  7. Khatyanov F.I., Ivanova Z.S., Shalaginova F.P. O vostochnom prodolzhenii fatsialnykh depressiy Kamsko-Kinelskoy sistemy [On eastern continuation of the facies depressions of the Kama-Kinel system]. *Geologiya nefti i gaza – Oil and Gas Geology*, 1968, no. 8, pp. 11–16. (In Russian).

