

Палеотектонические, литологические, геохимические критерии поиска залежей нефти в неокомских отложениях Уватского региона на примере пласта БС₈ усть-балыкской свиты

К. Ю. Зервандо, В. Г. Сафонов*

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень, Российская Федерация

* e-mail: KYZervando@tnnc.rosneft.ru

Аннотация. «Уватский проект» является одним из геологоразведочных проектов компании ПАО «НК-Роснефть» на юге Западно-Сибирской провинции. Высокая эффективность работ достигнута за счет применения современных технологий интерпретации 3D сейсморазведки и привлечения полного комплекса ГИС в повседневной работе. На текущий момент порядка 60 % территории покрыто сейсморазведочными работами 3D, за период с 2004 по 2021 год открыто 27 средних и мелких месторождений, пробурено порядка 250 поисково-разведочных скважин. Постепенно объем выявленной ресурсной базы сокращается и актуальной задачей для «Уватского проекта» является ее восполнение. На основании комплексной интерпретации всех геолого-геофизических материалов и многолетнего опыта ведения геологоразведочной деятельности выделены первоочередные объекты поиска для территории «Уватского проекта». Согласно современной оценке на неокомский нефтегазоносный комплекс в Уватском районе приходится не менее 25 % от всех оценённых ресурсов, поэтому он является одним из объектов прироста углеводородов с потенциально нефтеносными ловушками в ачимовских и в шельфовых пластах. В работе проанализированы критерии, оказавшие наибольшее влияние на нефтеносность сармановского клиноформного резервуара (пласты БС₈₋₉). В современных экономических условиях такой анализ помогает оценить не только риски наличия залежей углеводородов в пласте БС₈ усть-балыкской свиты, но и скорректировать стратегию ГРП.

Ключевые слова: критерии, нефтеносность, неоком, сармановский клиноформный резервуар

Paleotectonic, lithological, geochemical criteria for the oil exploration in the Neocomian deposits, the Uvat region, on the example of the BS₈ formation, the Ust-Balyk suite

K. Y. Zervando, V. G. Safonov*

ООО «Tyumen Petroleum Research center», Tyumen, Russian Federation

* e-mail: KYZervando@tnnc.rosneft.ru

Abstract. The Uvat project is one of the exploration projects of PJSC NK-Rosneft in the south of the West Siberian province. The high efficiency was achieved using modern technologies for the interpretation of 3D seismic and the involvement of a full range of well logging in daily work. Now, about 60 % of the territory is covered by 3D seismic surveys, during the period from 2004 to 2021, 27 medium and small fields were discovered, about 250 exploration wells were drilled. Gradually, the volume of the identified resource base is reduced and the urgent task for the "Uvat project" is to replenish it. Based on a comprehensive interpretation of all geological and geophysical materials and many years of experience in geological exploration activities, priority search targets for the territory of the Uvat project have been identified. According to modern estimates, the Neocomian oil and gas complex in the Uvat district accounts for at least 25% of all estimated resources, so it is one of the objects of hydrocarbon growth with potentially oil-bearing traps in the Achimov and offshore for-

mations. The paper analyzes the criteria that had the greatest impact on the oil content of the Sarmanov clinoform reservoir (strata BS8-9). Such an analysis helps to assess not only the risks of hydrocarbon deposits in the BS8 reservoir of the Ust-Balyk suite, but also to adjust the exploration strategy.

Keywords: criteria, oil content, neocom, Sarmanov clinoform reservoir

Введение

Территория «Уватского проекта» расположена в прибортовой зоне Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Основные перспективы нефтеносности связаны с отложениями среднеюрского и нижнемелового возраста. По состоянию на 01.01.2022 года 76 % извлекаемых запасов нефти сосредоточено в юрском и 24 % в неокомском комплексах.

Активная геологоразведочная деятельность с привлечением современных технологий интерпретации 3D сейсморазведки и полного комплекса методов ГИС на территории Уватского проекта началась с 2004 года. В период с 2004 по 2021 года открыто порядка 27 средних и мелких месторождений, пробурено около 250 поисково-разведочных скважин.

Согласно региональным оценкам ресурсного потенциала Западно-Сибирской провинции территория Уватского района характеризуется крайне низкой плотностью потенциальных геологических ресурсов нефти в юрских и неокомских отложениях, которая составляет от 20 до 40 тыс. т/км² [1]. Большая часть месторождений, порядка 55 %, относится к категории средних (от 5 до 30 млн т), около 30 % – к категории мелких (от 1 до 5 млн т), и только лишь 15 % месторождений относится к категории крупных (от 30 до 300 млн т). Согласно актуальной оценке около 70 % выявленных и локализованных ресурсов углеводородов сосредоточены в ловушках до 3 млн т. При заложении поисково-разведочных скважин, как правило, количество целевых объектов варьируется от 1 до 5, что в значительной мере увеличивает геологические риски бурения. Успешность поисково-разведочного бурения за последние годы составляет от 60 до 70-85 % [3].

На сегодняшний день выработанность залежей в тюменской свите на территории «Уватского проекта» составляет около 65 %, поэтому одним из основных объектов прироста является неокомский продуктивный комплекс с потенциальными залежами углеводородов (УВ) в ачимовских и в шельфовых пластах усть-балыкской и сортымской свит. Повышение успешности поисково-разведочного бурения за счёт снижения геологических рисков – одно из важных направлений научно-исследовательских работ [6,7].

Особенности строения клиноформных резервуаров на территории Уватского проекта

Согласно литолого-стратиграфическому районированию неокомских отложений Западно-Сибирского бассейна на территории Уватского района находится зона переходных разрезов между Нижневартовским и Сургутским фациальными районами [8]. Нефтегазоносные клиноформные резервуары с востока на запад представлены пластами: БВ4-6, БС11-12, БС10, БС8-9, БС6-7.

На территории Уватского региона среди неокомских отложений наибольший поисковый интерес представляет сармановский клиноформный резервуар, который включает в себя песчано-алевритовые коллекторы пластов БС₈₋₉ шельфового генезиса и глубоководных конусов выноса (ачимовская толща). На исследуемой территории 29 % открытых извлекаемых запасов нефти в неокомском комплексе приурочено к шельфовому пласту БС₈ усть-балыкской свиты.

На описываемой территории клиноформный сармановский резервуар по площади имеет ширину около 180 км. Его отложения вскрываются на площадях с востока на запад от Урненского до Северо-Демьянского, Кальчинского, западной границы Кеумского и Западно-Герасимовского лицензионных участков. Региональной покрывкой резервуара является сармановская глинистая пачка, подошвой резервуара – чеускинская, пачка глин и отложения баженовской свиты [9].

Одним из первоочередных объектов поиска на территории Уватского района является пласт БС₈ усть-балыкской свиты с открытыми залежами нефти в шельфовых и ачимовских пластах.

Общие толщины пласта БС₈ в шельфовой части (ундаформа) меняются от 20 до 60 м, в зоне ортоформы максимальная мощность достигает до 260 м метров, в зоне фондаформы варьируются от 20 до 60 м (рис. 1).

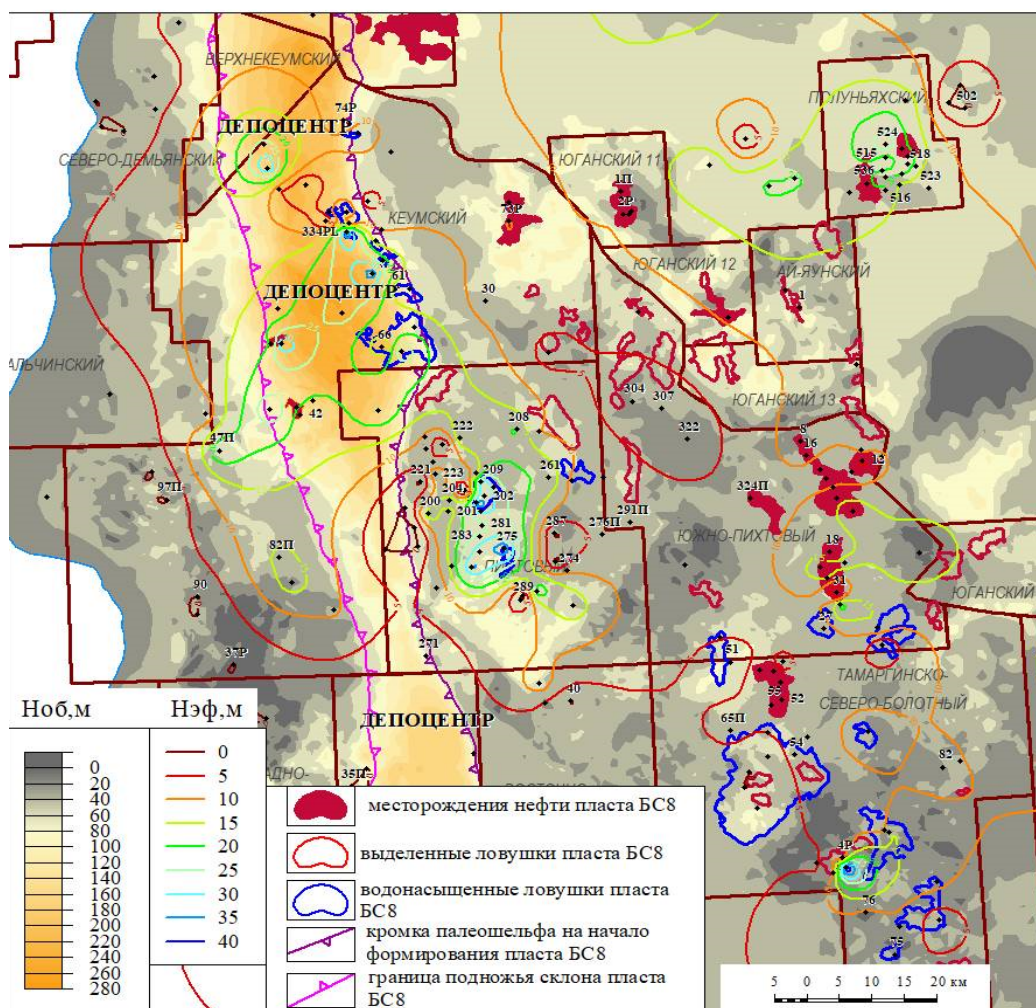


Рис. 1. Карты общих и эффективных толщин пласта БС₈ усть-балыкской свиты

В районе северной части Кеумского лицензионного участка выделяется ортоформная часть резервуара с общими толщинами до 260 м и эффективными до 25 м, в пределах которого развиты шельфовые, склоновые и ачимовские фации. В западных районах «Уватского проекта» по результатам поисково-разведочного бурения коллекторы шельфовых отложений водонасыщены, в отложениях ачимовской толщи нефтеносность пласта АчБС₈ доказана на Немчиновском и Северо-Немчиновском месторождениях.

В районе Пихтового лицензионного участка в зоне ундаформной части сармановского резервуара пласт БС₈ имеет максимальные эффективные толщины (35 м), однако по результатам поисково-разведочного бурения (ПРБ) отложения вскрыты водонасыщенными. Нефтеносность пласта БС₈ преимущественно доказана в проксимальной части шельфа на территориях северной окраины Тамаргино-Северо-Болотного, Южно-Пихтового, Юганского 12, Полуньяхского лицензионных участков, где общие толщины пласта составляют 20-40 м, эффективные варьируют от 5 до 15 м. В дистальной части шельфа отложения, в большинстве случаев, водонасыщены.

Анализ результатов ПРБ показал, что основной причиной неуспеха по плановым объектам неокомского комплекса шельфового является отсутствие заполнения ловушек углеводородами.

Палеотектонические, литологические, геохимические критерии поиска залежей нефти в неокомских отложениях

За время проведения геологоразведочной деятельности на площадях «Уватского проекта» были выявлены основные критерии, контролирующие нефтеносность неокомского комплекса на этой территории, анализ которых помогает оценить риски отсутствия залежей УВ в неокомских ловушках. К таким критериям отнесены три основных: палеотектонические, литологические и геохимические.

Геохимические критерии. Согласно результатам 3D бассейнового моделирования на территории Уватского региона основной объем УВ сконцентрирован в среднеюрском и неокомском нефтегазоносных комплексах (НГК).

Главной нефтегазоматеринской толщей (НГМТ) для данных отложений является баженовская свита [4]. На территории «Уватского проекта» баженовские нефтематеринские породы (II тип керогена) находятся на стадии нефтеобразования МК₁-МК₂, характеризуются значениями отражательной способности витринита от 0,55 до 1,05 % (рис. 2) [2].

Анализ динамики развития процессов генерации и эмиграции в исследуемом районе свидетельствует о том, что основная аккумуляция углеводородов происходила на рубеже поздний мел – палеоген. На большей части лицензионных участков в это время НГМТ только начала входить в интервал «oil window», поэтому не могла быть источником для УВ [2].

Нефтегазоносные клиноформные резервуары на территории «Уватского проекта» прилегают к НГМТ разной зрелости. В настоящее время нефтеносность сармановского (пласт БС₈) и пимского (пласт БС₆₋₇) клиноформных резервуаров уже доказана на территориях, где катагенетическая зрелость органического ве-

щества (ОВ) баженовской свиты соответствует стадиям $МК_1^2$ и $МК_2^{1-2}$. Заполнение ловушек на данных территориях происходило как за счет вертикальной, так и за счет латеральной миграции с северо-западной части Уватского района и территории ХМАО, где в районе Салымского куполовидного поднятия кероген баженовской свиты реализовал свой генерационный потенциал до 85-90 % [5].

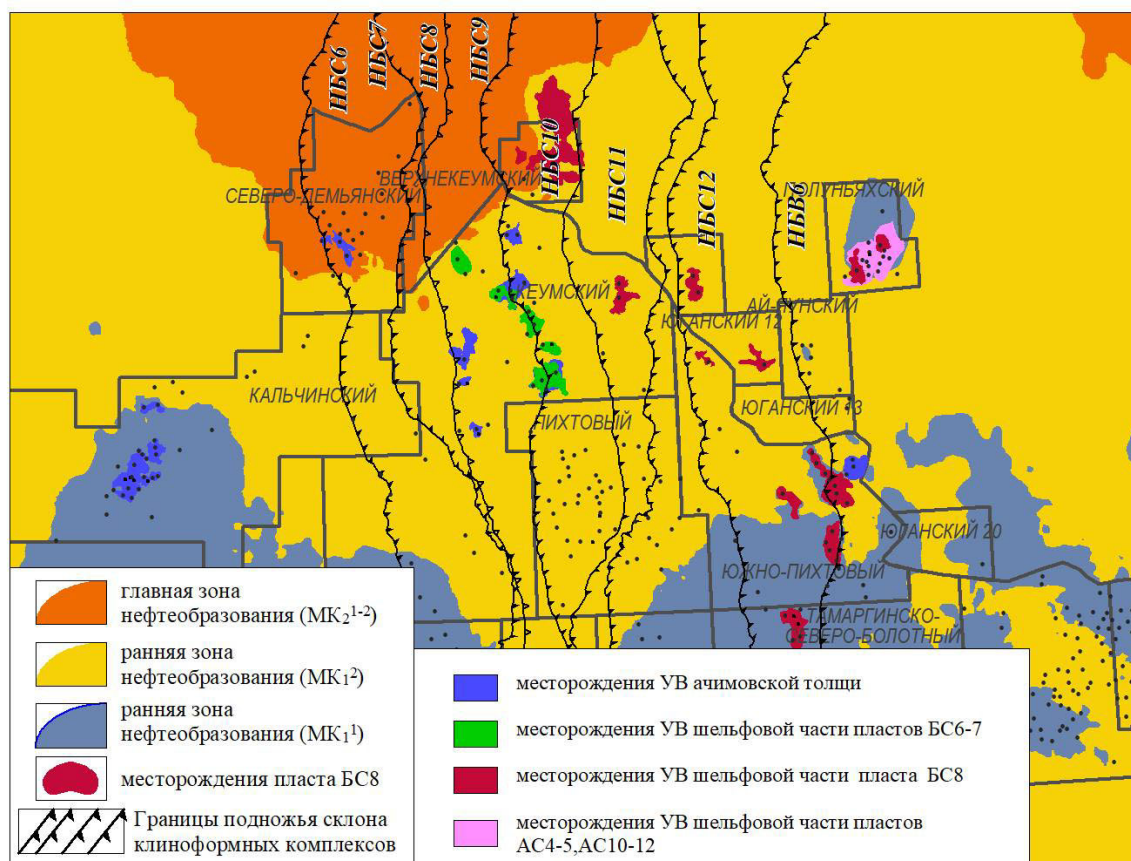


Рис.2. Карта катагенетической зрелости ОВ баженовской свиты (R_0 , %), ООО «ТННЦ» 2015 г.

В районе Верхнесалымского мегавала значения R_0 достигают значений 0,85 % и более, что соответствует градации катагенеза стадии $МК_2$. Прилегание сармановского (пласты BC_{8-9}) и пимского (пласты BC_{6-7}) клиноформных резервуаров к зрелой НГМТ способствовало формированию залежей, как в ачимовских, так и шельфовых отложениях на территории Северо-Демьянского и северо-западной части Кеумского лицензионных участков. На данных территориях открыты следующие месторождения нефти: Северо-Демьянское (пласты $АчBC_6$, $АчBC_7$), Нижнекеумское (пласт BC_7), Среднекеумское ($АчBC_9$), Радонежское (BC_{6-7} , $АчBC_9$), Петъегское (BC_{6-7}), Южно-Петъегское (BC_{6-7}), Немчиновское ($АчBC_8$), Северо-Немчиновское (пласты $АчBC_8$, $АчBC_9$).

В результате выполненных работ по 3D бассейновому моделированию рекомендуется развивать геологоразведочные работы в северной части «Уватского проекта», вблизи очагов генерации и кратчайших путей латеральной миграции углеводородов к ловушкам.

Тектонические критерии. Анализ палеотектонического развития территории показывает, что большая часть перспективных ловушек неокомского комплекса приурочена к тектонически активным структурам, унаследованным в интервале осадочного чехла от доюрского основания, активность роста которых проявлялась вплоть до палеогенового периода, с которым на территории ЗСБ связывают основные перестройки структурных планов юрских и меловых отложений.

Карта изопакит интервала ОГ НБС₈ и ОГ Э (кровля пласта БС₈ усть-балыкской свиты – кровля люлинворской свиты) отражает морфологию рельефа кровли сармановского резервуара на момент, когда на территории исследования происходили процессы активной миграции и аккумуляции УВ. Восточная часть Уватского региона в данный этап испытала тектонический подъем в большей мере, чем западная, о чем свидетельствуют зоны сокращенной мощностей интервала ОГ НБС₈ и ОГ Э (рис. 3).

Согласно результатам поисково-разведочного бурения, в восточной части Уватского региона, которая в неотектонический этап подверглась процессам активного тектонического подъема, ловушки пласта БС₈ шельфового генезиса не заполнены УВ. Предполагается несколько геологических причин: а) либо имело место расформирование залежей УВ; б) либо на момент миграции и аккумуляции УВ ловушка не имела амплитуду необходимую для удержания в ней УВ (наибольшим рисками будут характеризоваться малоамплитудные ловушки <15 м).

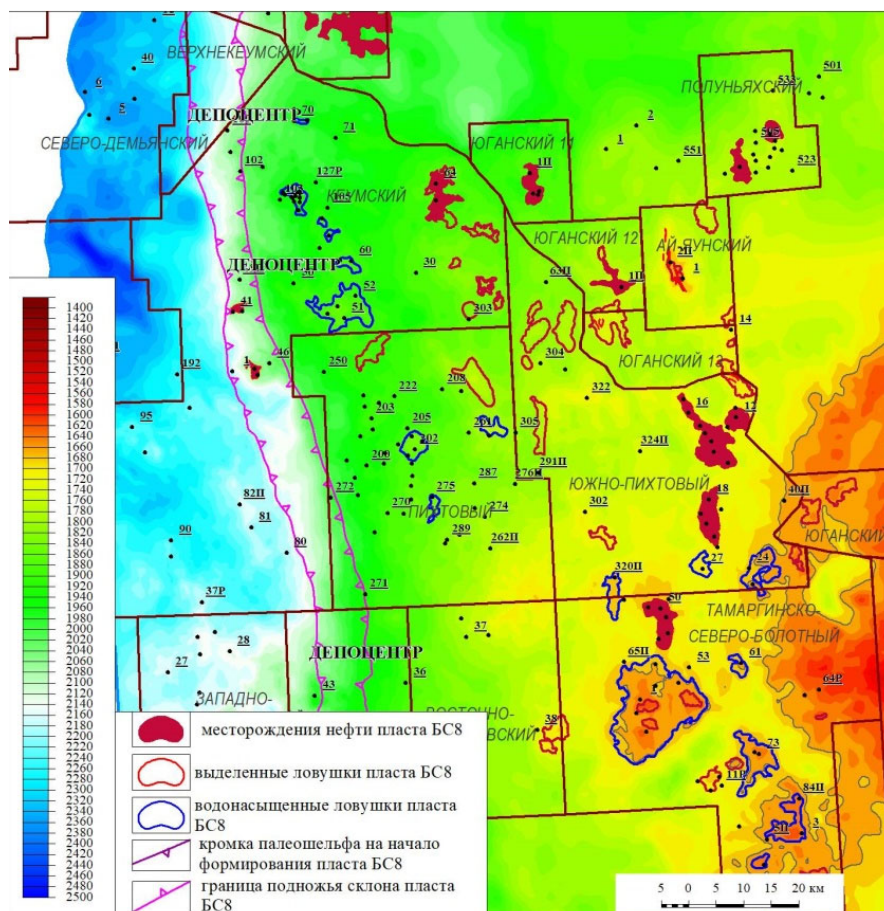


Рис.3. Карта изопакит интервала ОГ НБС₈ и ОГ Э.

Литологические критерии. Формирование залежей нефти в неокомском комплексе также контролируется литологическим фактором, а именно удерживающими способностями покрывки.

Согласно картам песчанистости низов сортымской (ахской) свит в объеме 100 м от кровли баженовской свиты, на территории Уватского района встречаются зоны, в которых глинистая толща над баженовской свитой характеризуется слабыми экранирующими свойствами, что способствует активным перетокам УВ из НГМТ в неокомские ловушки. В настоящее время именно в пределах таких зон уже открыты месторождения нефти в шельфовой и ачимовской частях неокомского комплекса. К ним приурочены: большая часть Южно-Пихтового, Юганский 13, Юганский 12, южная и северо-западные части Кеумского, Кальчинский и юго-западная часть Северо-Демьянского лицензионных участков (рис. 4).

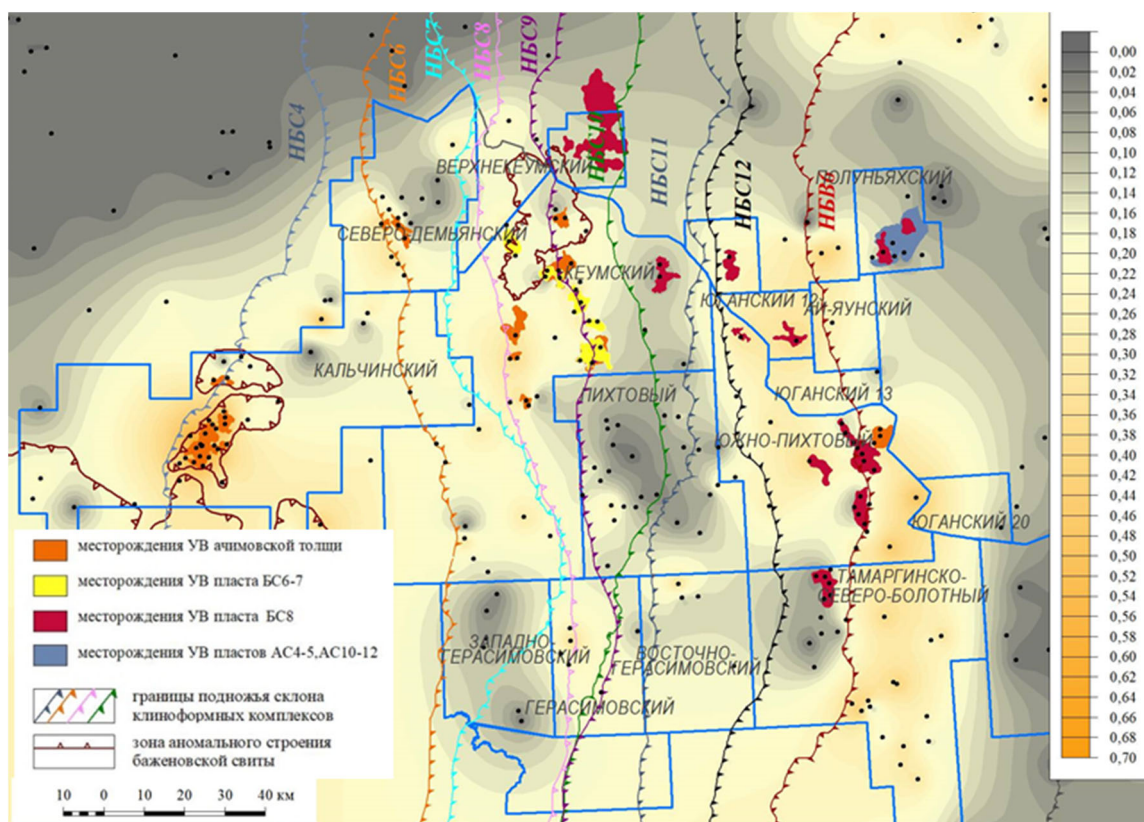


Рис.4. Карта песчанистости низов сортымской (ахской) свит в объеме 100 м от кровли баженовской свиты

Заключение

По результатам анализа критериев, контролирующих нефтеносность сармановского клиноформного резервуара, на территории Уватского региона выделены территории, которые представляют первостепенный поисковый интерес с точки зрения поиска УВ в ловушках пласта BC₈ с коллекторами шельфового генезиса. К ним отнесены: Юганский 13, Юганский 12, Юганский 11, северная часть Южно-Пихтового и Ай-Яунский лицензионные участки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков В.А., Мухер А.Г., Смирнов Л.В., Судат Н.В., Судат Л.Г., Южакова В.М. Выделение и характеристика перспективных объектов нижней и средней юры на территории Западной Сибири [Электронный ресурс] // Вестник недропользователя. – 2018. – № 29. URL: <http://www.oilnews.ru/29-29/vydelenie-i-karakteristika-perspektivnykh-obektov-nizhnej-i-srednej-yury-na-territorii-zapadnoj-sibiri/> (дата обращения: 25.04.2022).
2. Елишева О.В., Мельникова М.Н., Кудрявцева М.М., Бабурина И.О. Особенности заполнения резервуаров углеводородами на территориях с низкой степенью зрелости нефтегазоматеринских пород (на примере юрских ловушек Уватского района) // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2021. – №5. – С. 21-35.
3. Елишева О.В., Лазарь Е.Л., Лыжин Е.А., Сафонов В.Г., Жидков А.В., Жестков Д.Н. Адаптация методологии поиска новых залежей УВ в юрском и неокомском интервалах разреза на лицензионных участках Увата по результатам ГРП 2015-2019 гг. // Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 12. – С. 2-7.
4. Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Лившиц В.Р. Теория нефтидогенеза: количественная модель эволюции аквагенного органического вещества в катагенезе // Геология и геофизика. – 2021. – Т.62. – № 8. – С. 1026-1047.
5. Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Лившиц В.Р., Рыжкова С.В. Главные направления развития нефтяного комплекса России в первой половине XXI века // Вестник Российской академии наук. – 2019. – Т. 89. – № 11. – С. 1095-1104.
6. Лыжин Е.А., Булгакова Е.А., Насонова Н.В., Лазарь Е.Л. Ключевые геологические риски плеча // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 6. – С. 18-23.
7. Марченко Е.А. Планирование рисков при проведении геологоразведочных работ // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 10. – С. 14-17.
8. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
9. Шпильман А.В., Мясникова Г.П., Плавник Г.И. Геологическое строение и нефтегазоносность неокомского комплекса Ханты-Мансийского автономного округа - Югры»: атлас. – Екатеринбург: ИздатНаукаСервис, 2007. – 198 с.

© К. Ю. Зервандо, В. Г. Сафонов, 2022