

УДК 552.558.061.4:551.72/.73.2(571.53)

Губина Е.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, katran82@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВ В ВЕНД-НИЖНЕКЕМБРИЙСКИХ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

В результате изучения условий формирования преображенского и усть-кутского продуктивных горизонтов выявлены обстановки осадконакопления, в условиях которых накапливались породы-коллекторы. С учетом интенсивности влияния перекрывающей толщи выделены первоочередные объекты нефтегазопоисков в карбонатном венд-нижнекембрийском комплексе на территории Непско-Ботуобинской антеклизы. К таким объектам отнесены Кийский, Средненепский, Водораздельный и Восточно-Тэтэрский участки недр.

Ключевые слова: карбонатные отложения, венд-нижнекембрийский комплекс, обстановки осадконакопления, фильтрационно-емкостные свойства, объекты нефтегазопоисков, Непско-Ботуобинская антеклиза.

Непско-Ботуобинская нефтегазоносная область приурочена к одноименной антеклизе, осложненной Усть-Кутским, Непским сводами и Мирнинским выступом. По уровню освоения и перспективам наращивания запасов углеводородов область является ведущей как в пределах Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции, так и в целом на Сибирской платформе.

На начало формирования этих отложений территория Непско-Ботуобинской антеклизы представляла собой мелководный бассейн с относительно стабильным гидрохимическим режимом вод. В разрезе выделяются органогенные, хемогенные, обломочные и глинистые разности доломитов, отмечаются прослои сгустковых (криптогенных) доломитов и сульфатных пород (доломито-ангидриты, ангидриты).

Условия формирования отложений преображенского времени характеризуются обстановками осадконакопления отмелей, террас, уступов, склонов и внутришельфовых впадин. Подводная возвышенность на месте непского палеосвода имела почти округлую форму и занимала достаточно обширную акваторию палеобассейна (рис. 1).

Внутри подводной возвышенности образовались три отмели – Преображенская, Нижненепская и Немчуйская. На отмелях происходило накопление преимущественно органогенных (микрофитолитовых) доломитов с редкими прослоями глинистых разностей пород.

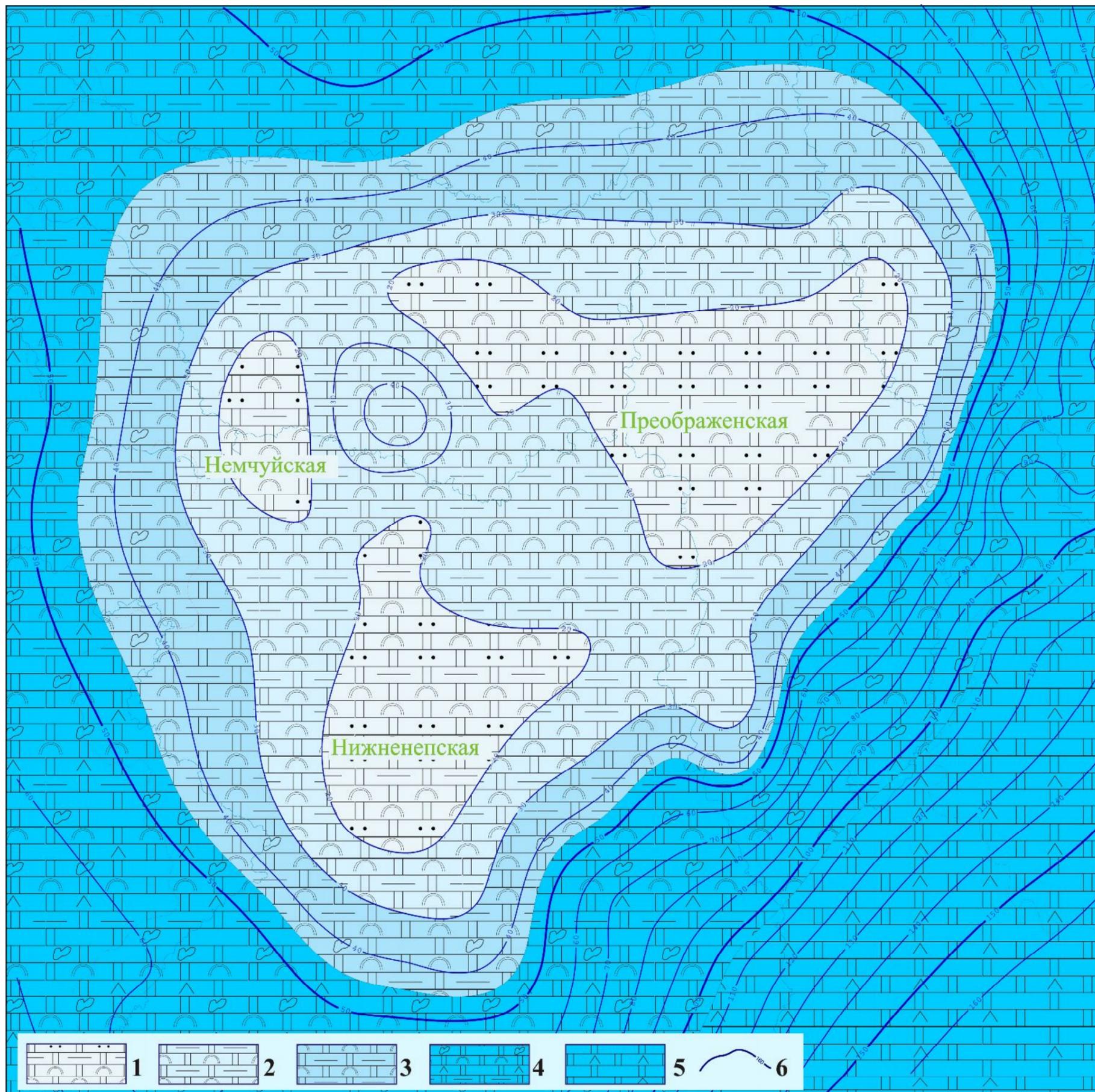


Рис. 1. Схема обстановок осадконакопления преобразенского времени

1-5 – обстановки осадконакопления: 1 – отмель; 2 – терраса; 3 – уступ; 4 – склон; 5 – внутришельфовая впадина; 6 – изогипсы мощностей между фундаментом и кровлей преобразенского горизонта, м; Преобразенская – название отмели.

В породах преображенского продуктивного горизонта интенсивно и повсеместно проявились процессы перекристаллизации. Наименее перекристаллизованными являются породы с высоким содержанием глинистого материала. В доломитах отмечается рассеянная, избирательная и сплошная перекристаллизация [Багринцева, 1999]. Процессы выщелачивания и перекристаллизации наиболее интенсивно проявились в органогенных доломитах и в доломитах с комковато-сгустковой текстурой. В таких породах в первую очередь выщелачивались форменные элементы. Иногда в породах встречаются нацело выщелоченные органогенные формы с сохранением лишь крустификационного цемента.

В отложениях преображенского горизонта широко распространены ангидритизация и засолонение. Вторичный ангидрит наблюдается в трещинах, стилолитах, порах и кавернах. Встречаются поры, каверны и трещины, заполненные галитом.

Структура емкостного пространства доломитов характеризуется сложным строением. Оно представлено порами межзерновыми, внутрицементными, межформенными, внутриформенными, на месте форменных образований. Полезная ёмкость коллекторов складывается, в основном, из суммарного объема пор перекристаллизации и выщелачивания, в отдельных участках дополняется за счет повышенной трещиноватости пород. Коллекторы преимущественно порового, порово-трещинного, реже каверново-порового и трещинно-каверново-порового типов [Губина, Шибина, Белоновская, 2008].

Автором выяснено, что высокими фильтрационно-емкостными свойствами обладают, главным образом, породы, формировавшиеся в обстановках уступа, террасы и отмели.

На начало формирования отложений нижнего пласта Б₅ усть-кутского продуктивного горизонта Непский палеосвод представлял собой приподнятую обособленную часть бассейна со слаборасчлененным рельефом. Здесь возникли условия эвапоритового осадконакопления с активным протеканием галогенеза сульфатной стадии с накоплением глинисто-сульфатно-карбонатных пород.

Внутри палеовозвышенности существовало три отмели – Алтыбская, Чонско-Преображенская и Даниловская. В периоды снижения уровня моря на этих отмелях довольно активно происходило отложение сульфатсодержащих пород, вплоть до прослоев практически чистых ангидритов.

Ко времени формирования перемычки между нижним и верхним пластами усть-кутского горизонта рельеф палеосвода становится немного выровненным. Существовавшие ранее две отмели – Чонско-Преображенская и Даниловская - объединяются. На отмелях в период накопления перемычки сначала активно осаждались глинистые разности

карбонатных пород вплоть до аргиллитов. Позже – происходит активное осаждение сульфатных пород с минимальным содержанием карбонатов.

В период накопления верхнего пласта Б₃ вся изучаемая территория характеризуется более высоким уровнем моря бассейна. В это время рельеф всей территории слаборасчленён и характеризуется его активной нивелировкой. Об этом свидетельствуют достаточно выдержанные мощности осадков к концу накопления всего усть-кутского горизонта. Форма палеосвода приобретает округлые очертания (рис. 2).

Высокие значения фильтрационно-емкостных свойств пород нижнего Б₅ и верхнего Б₃ пластов усть-кутского горизонта пространственно тяготеют к отмелям и в еще большей степени к отложениям, формировавшимся на террасах.

Коллекторами в усть-кутском горизонте являются доломиты органогенные, обломочные, мелко- и тонкозернистые перекристаллизованные доломиты. Ёмкости в таких коллекторах представлены межзерновыми и внутризерновыми порами перекристаллизации и выщелачивания (межформенные, межзерновые поры и поры выщелачивания). Коллекторы трещинно-каверново-порового, редко каверно-порового, порового и трещинного типов.

На территории Непского свода основная часть разреза нижнего пласта сложена доломитами, где водорослевые остатки имеют плохую сохранность, породы нередко кавернозно-пористые до 20-25 %. Поры (размером 0,02-1,0 мм) и каверны (размером 1,0-5,0 мм) иногда образуют губчатую текстуру породы. Высокую пористость биогенных доломитов можно объяснить широко развитым в них процессом выщелачивания и перекристаллизации, с развитием вторичных открытых пор перекристаллизации до 5-6 % и открытых пор выщелачивания до 20 %. В результате перекристаллизации большинство зерен доломита имеет зональное строение (видны грани роста доломита). Открытые поры в них имеют размер 0,01-0,2 мм [Шемин, 2001].

По разрезу усть-кутского горизонта, в целом, намечается некоторое различие в проявлении вторичной минерализации. Породы верхней части усть-кутского горизонта более сульфатизированы по сравнению с породами нижней части горизонта, иногда широко развитое в них засоление достигает 30-40 %. Доломиты нижней части разреза больше подвергаются засолению, стилолитизации, перекристаллизации. Породы более битуминозные и нефтенасыщенные.

В разрезе почти повсеместно проявлены процессы вторичной минерализации, запечатывание пор и каверн выщелачивания солью и ангидритом, реже кремнистым веществом.

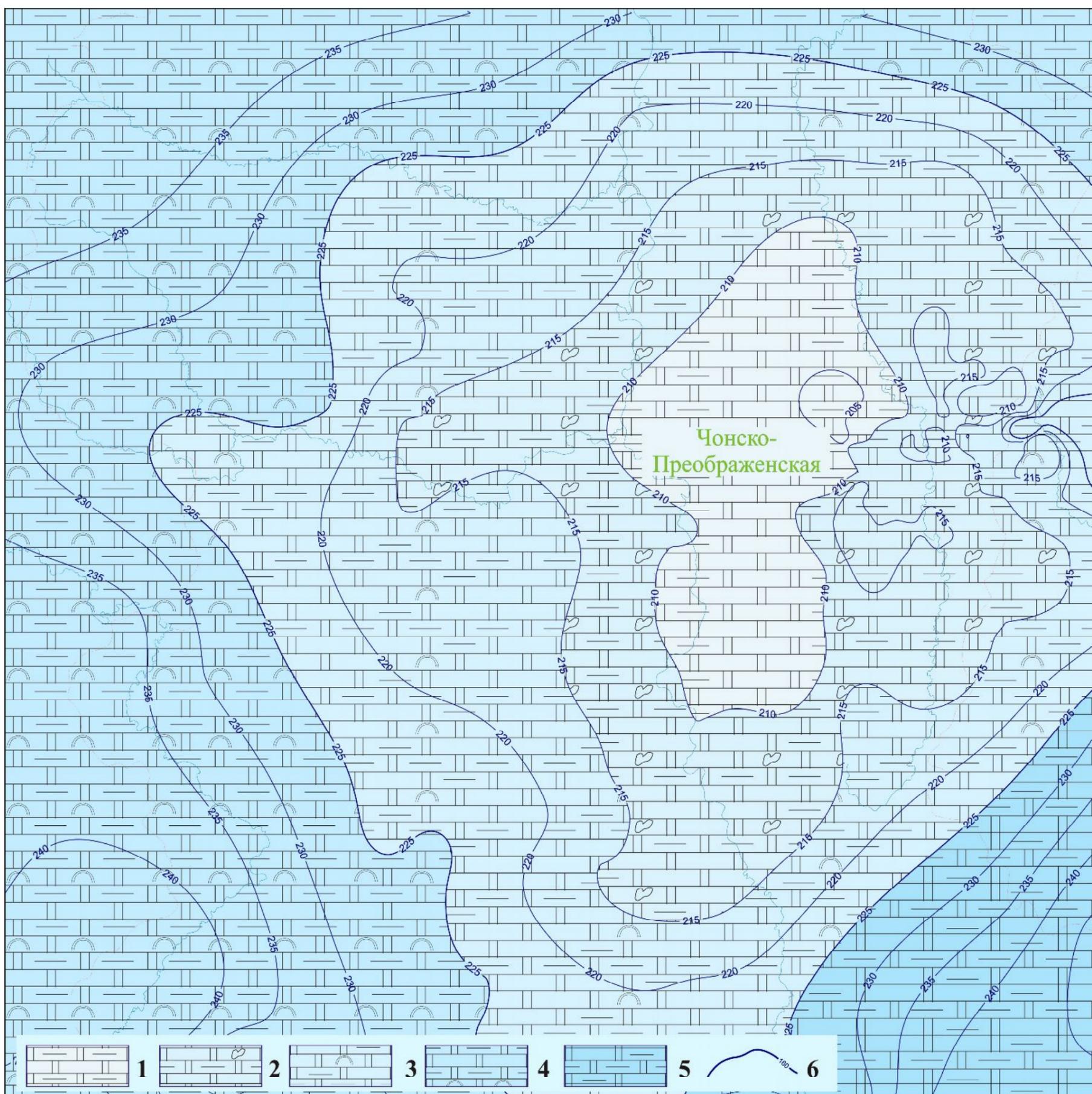


Рис. 2. Схема обстановок осадконакопления на конец усть-кутского времени

1-5 – обстановки осадконакопления: 1 – отмель; 2 – терраса (с высоким энергетическим уровнем вод); 3 – терраса; 4 – уступ; 5 – склон; 6 – изогипсы мощностей между подошвой катангской свиты и кровлей усть-кутского горизонта, м, Чонско-Преображенская – название отмели.

В верхнем пласте Б₃ усть-кутского горизонта процессы выщелачивания связаны с повышенной трещиноватостью, в нижнем Б₅ – с трещиноватостью и наличием седиментогенных пор.

При оценке фильтрационно-емкостных свойств карбонатных отложений, в том числе при выяснении пространственного размещения зон улучшенных коллекторов, учитывается воздействие статических нагрузок перекрывающей толщи. По мере погружения и уплотнения карбонатных отложений под действием геостатического давления, созданного перекрывающими отложениями, в породах начинаются физико-химические процессы, определяющие внутрипластовые перемещения карбонатного материала. Под действием этих процессов происходит перераспределение пустотного пространства (образование и/или уничтожение). В целом происходит уменьшение объема пор и каверн, формирование которых началось на стадии седиментогенеза, и развитие новообразованных пустот. Таким образом, величина сжимающих деформаций, действующих на пласт, прямо пропорциональна мощности перекрывающих пород. И это влияние на пласт будет тем больше, чем меньше мощность (условно однородного) этого пласта. Следовательно, воздействие перекрывающей толщи на породы зависит от мощности продуктивного пласта (условно однородного), на который приходится нагрузка, и от мощности самой перекрывающей толщи.

По мнению К.И. Багринцевой большое значение имеет характер распределения минеральных примесей, влияющих на направленность эпигенетических процессов. Наличие в породе примесей глинистого, кремнистого или органического вещества приводит к ухудшению растворения доломитов, известняков, а также затрудняются процессы доломитизации и перекристаллизации. При неравномерном пятнистом обогащении породы примесями происходит избирательное выщелачивание: интенсивно растворяются чистые минералы, лишенные примесей, и практически не растворяются участки породы с повышенным содержанием нерастворимого глинистого или кремнистого остатка [Багринцева, 1999].

Совместный анализ условий формирования, вторичных процессов венд-нижнекембрийских карбонатных отложений, а также их изменений под действием горного давления позволяет более четко оценить фильтрационно-емкостные свойства пород и выделить участки улучшенных коллекторов и зоны первоочередных нефтегазопоисков.

Территория исследования (центральная часть Непско-Ботубинской антеклизы) была разделена по перспективности обнаружения коллекторов в преобразенском, нижнем Б₅ и

верхнем Б₃ пластах усть-кутского горизонтов (рис. 3-5).

В преображенском горизонте по итогам анализа выделены Преображенско-Могдинская, Чонско-Даниловская и Средненепская перспективные зоны. Здесь прогнозируются значения открытой пористости от 8 до 15 %, и проницаемость пород может составлять от 10 и более 20 мД (рис. 3).

В отложениях пласта Б₅ усть-кутского горизонта выделены Могдинско-Сугдинская, Преображенская, Даниловская, Верхнеичерская и Немчуйско-Тэтэрская зоны распространения пород с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами с открытой пористостью от 10 до 15 % и проницаемостью от 15 и более 20 мД (рис. 4).

Отложения верхнего пласта Б₃ усть-кутского продуктивного горизонта характеризуются небольшими значениями фильтрационно-емкостных свойств. Здесь прогнозные значения проницаемости в среднем редко превышают 10 мД, но породы-коллекторы имеют более выдержанное распространение (рис. 5).

По результатам анализа преображенского и обоих пластов усть-кутского продуктивных горизонтов была построена схема распространения перспективных зон развития коллекторов в венд-нижнекембрийском карбонатном нефтегазоносном комплексе. В западных районах центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы по результатам комплексного анализа литологических и палеогеографических данных к объектам первоочередного освоения отнесены Кийский, Средненепский, Водораздельный и Восточно-Тэтэрский участки недр (рис. 6).

На Кийской площади перспективны отложения обоих пластов усть-кутского продуктивного горизонта. На Средненепской площади высоки перспективы обнаружения коллекторов во всех трёх рассматриваемых продуктивных пластах. На Водораздельной и Восточно-Тэтэрской площадях происходит литологическое замещение пород преображенского продуктивного горизонта, и поэтому повышенная перспективность связана, в основном, с отложениями усть-кутского продуктивного горизонта. Также небольшие перспективы прогнозируются на Умоткинской площади, на севере территории исследования.

Выводы:

Изучение обстановок осадконакопления карбонатных отложений венд-нижнекембрийского комплекса и интенсивность влияния на них перекрывающей толщи позволило выделить распространение зон с высокими фильтрационно-ёмкостными свойствами и определить участки первоочередных нефтегазописков.

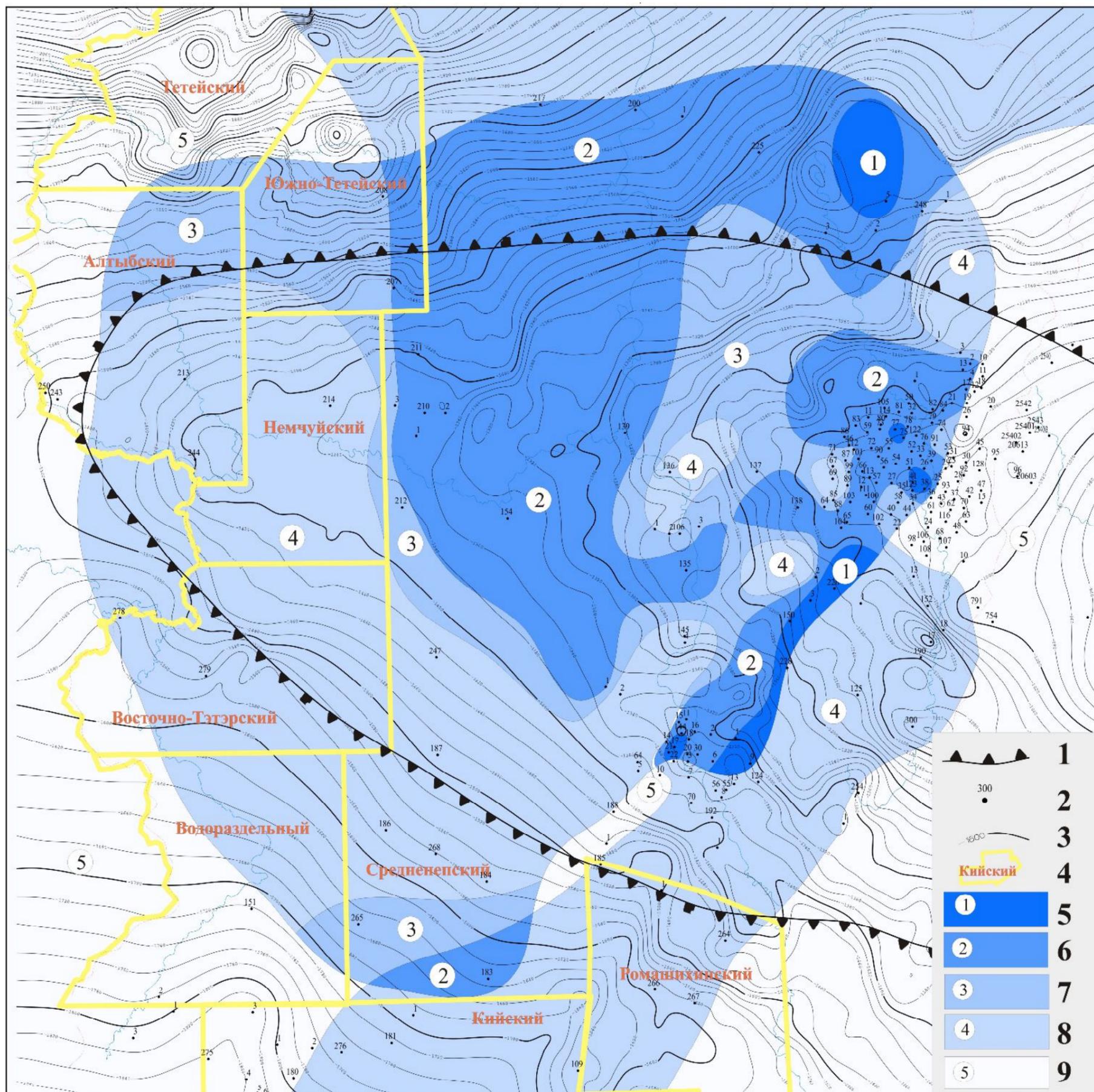


Рис. 3. Схема прогноза зон развития коллекторов в преобразенском продуктивном горизонте

1 – границы Непского свода; 2 – глубокие скважины и их номера; 3 – изогипсы кровли преобразенского продуктивного горизонта, м; 4 – контуры и название участков нераспределенного фонда недр; 5-9 – предполагаемые зоны развития коллекторов в преобразенском продуктивном горизонте с ФЕС: 5 – K_n от 12 до 15% и $K_{пр}$ более 20 мД; 6 – K_n от 8 до 15% и $K_{пр}$ от 10 до 20 мД; 7 – K_n от 8 до 12% и $K_{пр}$ от 10 до 15 мД; 8 – K_n от 8 до 15% и $K_{пр}$ от 0,1 до 5 мД; 9 – K_n от 8 до 15% и $K_{пр}$ менее 0,1 мД.

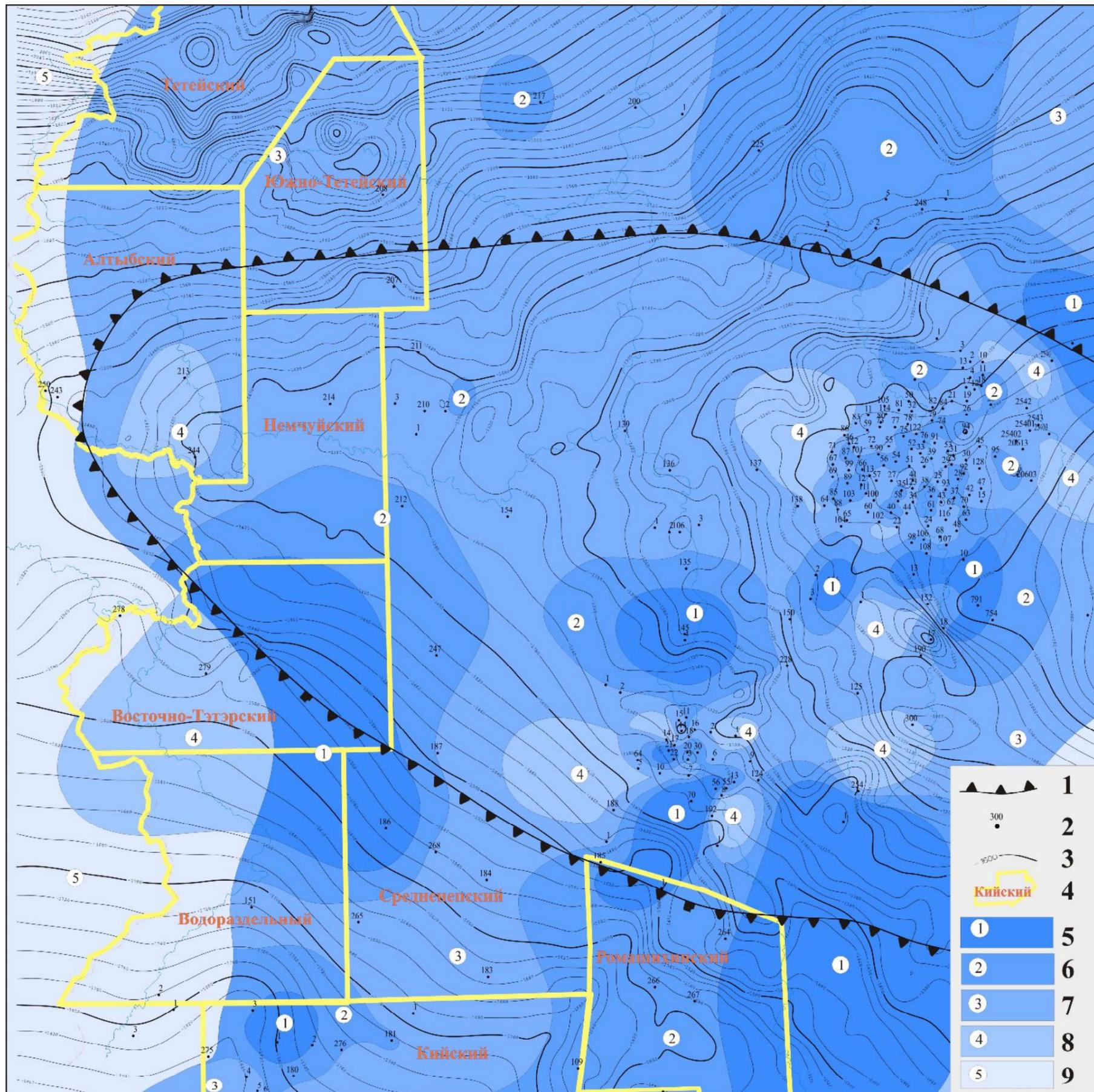


Рис. 4. Схема прогноза зон развития коллекторов в нижнем пласте Б₅ усть-кутского продуктивного горизонта

1-4 – см. рис. 5; 5-9 – предполагаемые зоны развития коллекторов в нижнем пласте Б₅ усть-кутского продуктивного горизонта с ФЕС: 5 – Кп от 6 до 10% и Кпр более 20 мД; 6 – Кп от 10 до 15% и Кпр от 15 до 20 мД; 7 – Кп от 8 до 15% и Кпр от 10 до 15 мД; 8 – Кп от 6 до 10% и Кпр менее 10 мД; 9 – Кп менее 6% и Кпр менее 10 мД.

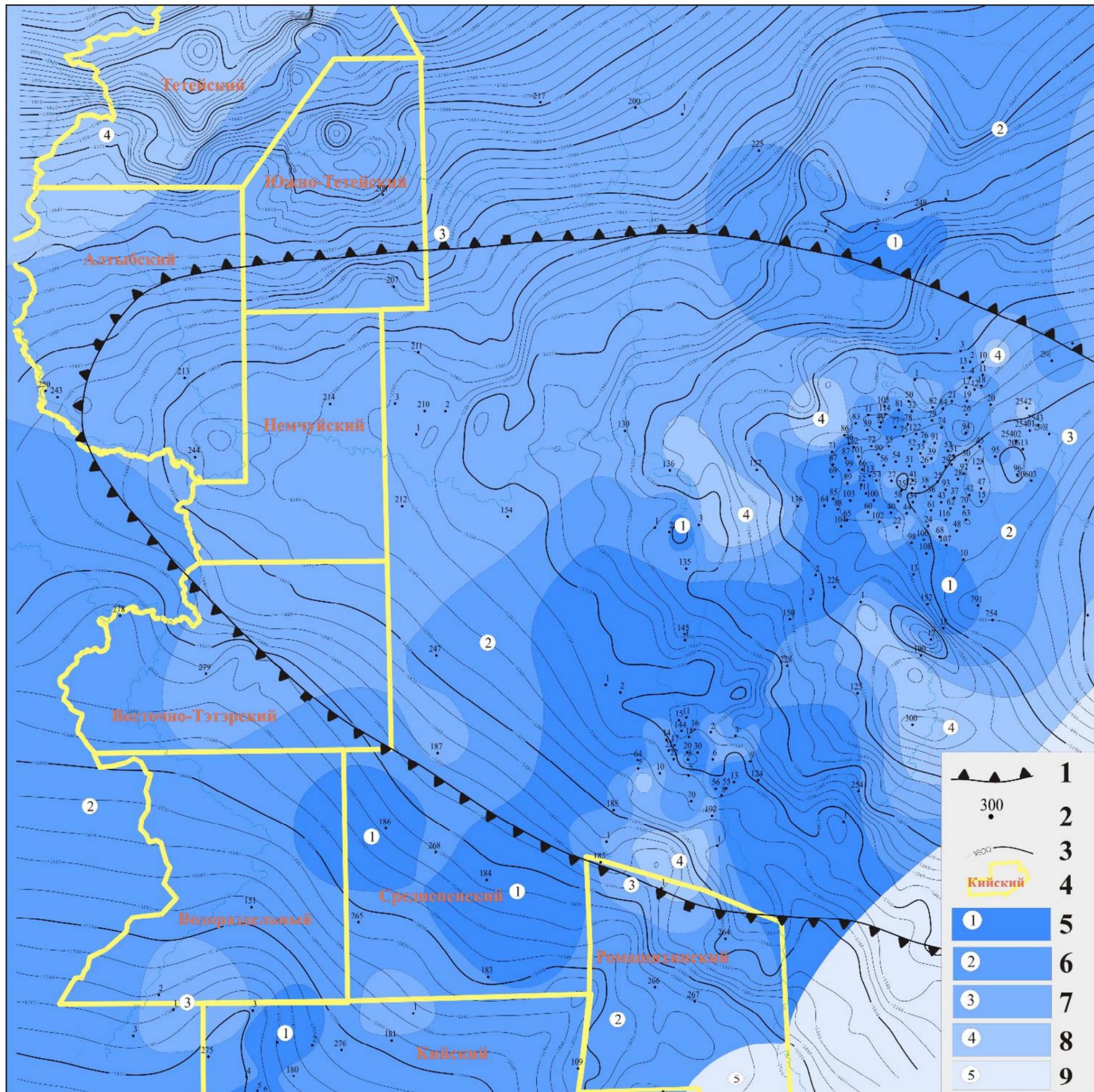


Рис. 5. Схема прогноза зон развития коллекторов в верхнем пласте Б₃ усть-кутского продуктивного горизонта

1-4 – см. рис. 5; 5-9 – предполагаемые зоны развития коллекторов в верхнем пласте Б₃ усть-кутского продуктивного горизонта с ФЕС: 5 – Кп от 8 до 10% и Кпр более 10 мД; 6 – Кп от 8 до 10% и Кпр от 5 до 10 мД; 7 – Кп от 6 до 10% и Кпр от 1 до 5 мД; 8 – Кп от 6 до 8% и Кпр менее 1 мД; 9 – Кп менее 6% и Кпр менее 0,1 мД.

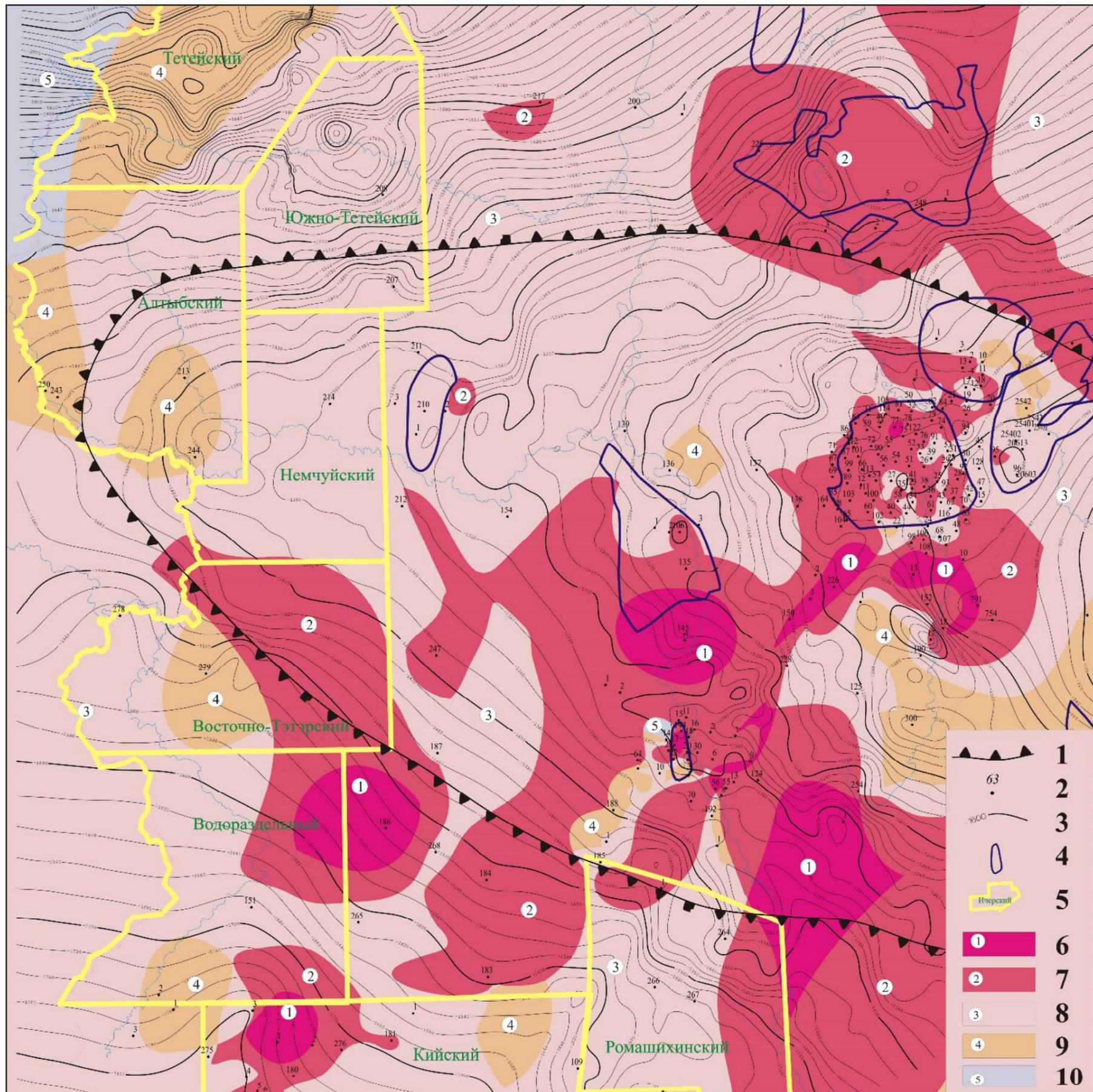


Рис. 6. Схема распространения перспективных зон развития коллекторов в карбонатных венд-нижнекембрийских отложениях Непского свода

1 – границы Непского свода; 2 – глубокие скважины и их номера; 3 – изогипсы кровли усть-кутского продуктивного горизонта, м; 4 – контуры месторождений углеводородов; 5 – контуры участков нераспределенного фонда недр; 6-10 – перспективные зоны развития коллекторов в карбонатном венд-нижнекембрийском нефтегазоносном комплексе: категории 6 – высокоперспективные; 7 – перспективные; 8 – среднеперспективные; 9 – слабоперспективные; 10 – малоперспективные.

Литература

Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. - М.: РГГУ. - 1999. - 285 с.

Губина Е.А., Шибина Т.Д., Белоновская Л.Г. Карбонатные породы-коллекторы Непско-Ботуобинской антеклизы // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности». - СПб.: ВНИГРИ. - 2008. - С. 406-412.

Шемин Г.Г. Прогноз нефтегазоносности отложений венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы // Геология и геофизика. - 2001. - Т. 42. - №11-12. - С. 1927-1944.

Gubina E.A.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), Saint Petersburg, Russia, katran82@mail.ru

PERSPECTIVE OBJECTS FOR OIL AND GAS PROSPECTING IN THE VENDIAN - LOWER CAMBRIAN CARBONATE ROCKS OF THE NEPA-BOTUOBA ANTECLISE

Depositional environments, in which reservoir rocks were accumulated, were identified as a result of study of the formation conditions of Preobrazhensk and Ust'-Kut productive strata. The priority objects for oil and gas prospecting were identified in the Vendian – Lower Cambrian carbonate complex of the Nepa-Botuoba anteklise, accounting the intensity of the effect of overlapping strata. The priority objects are: Kiya, Sredne-Nepa, Vodorazdel'ny and East Tetersky subsoil areas.

Key words: *carbonate sediments, Vendian-Lower Cambrian complex, sedimentation environments, filtration-capacity properties, objects for oil and gas prospecting, Nepa-Botuoba anteklise.*

References

Bagrintseva K.I. *Usloviya formirovaniya i svoystva karbonatnykh kollektorov nefi i gaza* [Conditions of formation and properties of carbonate oil and gas reservoirs]. Moscow: RGGU, 1999, 285 p.

Gubina E.A., Shibina T.D., Belonovskaya L.G. *Karbonatnye porody-kollektory Nepsko-Botuobinskoy anteklizy* [Carbonate reservoir rocks of Nepa-Botuoba anteklise]. Proceedings of the International scientific conference «*Litologicheskie i geokhimicheskie osnovy prognoza neftegasoznosnosti*» [Lithological and geochemical basis of oil and gas potential forecast]. Saint Petersburg: VNIGRI, 2008, pp. 406-412.

Shemin G.G. *Prognoz neftegasoznosnosti otlozheniy venda i nizhnego kembriya tsentral'nykh rayonov Sibirskoy platformy* [Forecast of oil and gas prospect of the Vendian and Lower Cambrian deposits of central regions of the Siberian platform]. *Geologiya i geofizika*, 2001, vol. 42, no. 11-12, pp. 1927-1944.

© Губина Е.А., 2012