



УДК: 553.981/982:551.72(571.5)

СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БОТУОБИНСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО ГОРИЗОНТА НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

А. М. Фомин, С. А. Моисеев

Описаны строение и условия образования ботуобинского продуктивного горизонта. Показан характер площадного распространения песчаных пород ботуобинского горизонта и их взаимоотношения с подстилающими и перекрывающими отложениями. Сделано заключение об отсутствии пред-ботуобинского перерыва.

Ключевые слова: венд, свита, нефтегазоносный горизонт, несогласие, перерыв, Непско-Ботуобинская антеклиз.

THE STRUCTURE AND FORMATION CONDITIONS OF THE BOTUOBA PRODUCING HORIZON IN THE NORTHEASTERN NEPA-BOTUOBA ANTECLISE

A. M. Fomin, S. A. Moiseev

The paper describes the structure and formation conditions of the Botuoba producing horizon. A distribution pattern of the Botuoba sand rocks is shown, as well as their position to the overlying and underlying deposits. The authors draw a conclusion about the absence of the pre-Botuoba discontinuity.

Keywords: Vendian, formation, producing horizon, unconformity, discontinuity, Nepa-Botuoba Antecline.

Ботуобинский продуктивный горизонт распространен в северо-восточной части Непско-Ботуобинской антеклиз в Республике Саха (Якутия). С ним связаны основные залежи таких крупных месторождений, как Среднеботуобинское, Тас-Юряхское, Бес-Юряхское, а также около десятка средних и мелких по запасам месторождений. Средняя толщина горизонта около 20 м, максимальная (около 40 м) отмечена на Бес-Юряхской площади.

Зона развития ботуобинских песчаников хорошо разбурена, но, несмотря на значительную изученность территории, перспективы открытия новых залежей остаются достаточно высокими. Представления о геологическом строении резервуара позволяют предполагать высокую вероятность обнаружения коллекторов на неразбуренных территориях повсеместно, за исключением периферийных участков, где общая и, следовательно, эффективная толщина горизонта существенно снижается. В связи с этим актуальным становится вопрос о строении и характере распространения этого горизонта и выявлении новых перспективных участков.

Литологический состав и коллекторские свойства ботуобинского горизонта

Ботуобинский горизонт стратиграфически соответствует нижней (ботуобинской) подсвите буюской свиты. Литологически представлен песчаниками с редкими прослоями аргиллитов (рис. 1). Одна из характерных особенностей ботуобинских

песчаников – очень низкое содержание цемента (от долей до 7 %). В кровельной части горизонта постепенно увеличивается содержание карбонатного цемента, что нередко обеспечивает плавный переход к вышележащим доломитам верхнебуюской подсвиты.

Большая часть песчаников ботуобинского горизонта относится к типу средне-мелкозернистых и мелко-среднезернистых с небольшой примесью (менее 10 %) алевритового материала. В разрезах скважин крупнозернистые разности песчаников приурочены к верхним частям ботуобинского горизонта, а при ритмичном строении разрезов наблюдаются в кровле ритмов. Локальные отличия в строении ботуобинского горизонта в зоне его распространения заключаются в преобладании на Тас-Юряхской площади средне-мелкозернистых песчаников, на Иреляхской и Маччобинской площадях – крупно-среднезернистых и мелко-среднезернистых, на Северо-Нелбинской и Нелбинской площадях – в основном среднезернистых с редкими прослоями мелкозернистых.

Песчаники мелкозернистые алевритистые до алевритовых и песчаные алевролиты на всех перечисленных площадях ограничено распространены юго-восточнее Тас-Юряхской и восточнее Среднеботуобинской площадей. Состав обломочной части песчано-алевритовых пород полевошпатово-кварцевый и кварцевый со средним содержанием полевых шпатов около 6 %. Цемент регенерационный кварцевый и неравномерный пойкилитовый ангидритовый, эпизодически развит доломитовый и кальцитовый цемент [1, 10, 14].

Как уже отмечалось, одной из отличительных особенностей горизонта является то, что он более

ИНГГ СО РАН (Новосибирск)

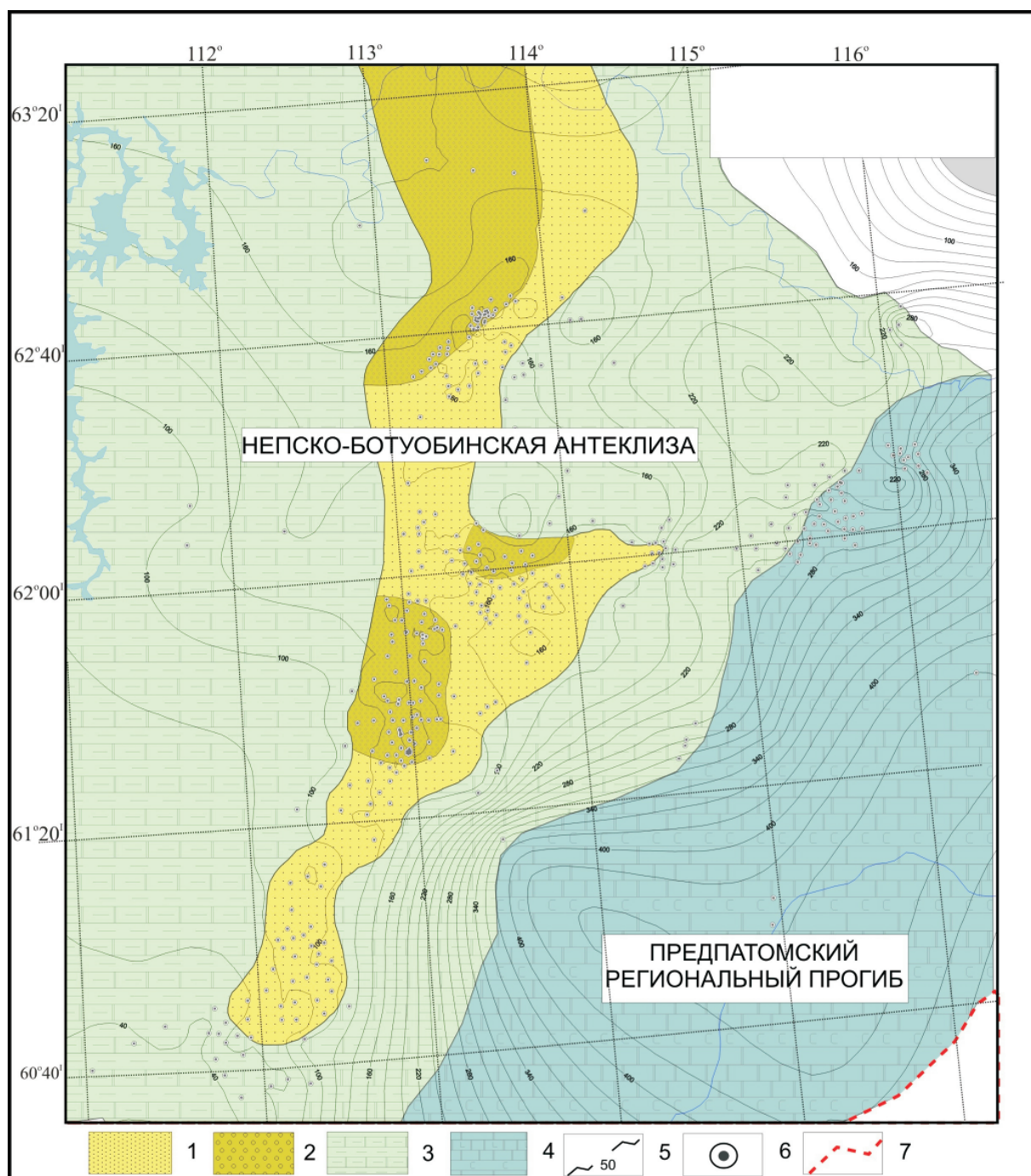


Рис. 1. Схема распространения ботубинского продуктивного горизонта

Области распространения песчаных отложений: 1 – преимущественно мелкозернистых и средне-мелкозернистых, 2 – переслаивания средне-крупнозернистых и средне-мелкозернистых; области распространения сульфатно-карбонатных отложений буюкской свиты: 3 – с прослоями аргиллитов и глинистых доломитов, 4 – с прослоями каменной соли; 5 – изопахиты буюкской свиты; 6 – скважины; 7 – границы Непско-Ботубинской антеклизы

чем на 90–95 % состоит из песчаных пород. Это принципиально сказалось на его эффективной толщине, составляющей в большинстве разрезов скважин до 85 % от общей толщины. Горизонт обладает высокими и стабильными коллекторскими свойствами в пределах всей области своего распространения. При этом только в нижней и верхней частях горизонта наблюдаются пониженные коллекторские свойства. На большей части территории распространения горизонта наблюдаются кол-

лекторы с проницаемостью $(1,0–2320,0) \cdot 10^{-3}$ мкм² при открытой пористости 10–15 % [3, 10, 14].

Высокие значения коллекторских свойств естественным образом отразились и на продуктивности скважин. Так, большинство скважин, с эффективной толщиной горизонта больше 1 м, как правило, продуктивны. Дебиты нефти достигают 30 м³/сут, газа – 500 тыс. м³/сут. Это позволяет отнести практически всю площадь распространения песчаников ботубинского горизонта к зоне



развития коллектора. Следует отметить, что залежи в ботуобинском горизонте характеризуются аномально низкими пластовыми давлениями (14,5–14,8 МПа) при температуре 9–13 °С.

Стратиграфическая приуроченность ботуобинского горизонта

Наиболее дискуссионна, на наш взгляд, стратиграфическая приуроченность ботуобинского горизонта. Согласно общепринятым представлениям, он несогласно залегает на отложениях курсовской свиты [3, 9, 10, 12–14]. На основе материалов детальной корреляции установлено, что песчаники ботуобинского горизонта залегают на разных стратиграфических уровнях курсовской свиты. При этом толщина глинистой пачки от подошвы песчаников ботуобинского горизонта до реперного горизонта, выделенного по акустическому каротажу в разрезе курсовской свиты, меняется от 2–3 до 15–20 м. Это стало основанием для отнесения ботуобинского горизонта к базальным отложениям и, соответственно, для выделения предтирско-го перерыва в осадконакоплении [11, 12].

Вместе с тем в работах М. В. Лебедева, С. А. Моисеева еще в середине 1980-х гг. тезис о существовании данного перерыва был поставлен под сомнение. В работе М. В. Лебедева [5] высказано предположение о неизохронности подошвы ботуобинского горизонта, а в дальнейшем этот вывод был поддержан С. А. Моисеевым [8].

Основой большинства схем корреляции служит принцип выравнивания разрезов по кровле терригенного комплекса венда. Если же все скважины выравнивать по акустическому реперу, выявленному в верхнебюксской подсвите ($AK_{\text{бюкс}}$), то можно увидеть, что изменение толщины ботуобинского горизонта и подстилающих его отложений связано не с наличием перерыва в осадконакоплении и последующего размыва, а с литологическим замещением глинистых пород песчаными вкрест простирания песчаных тел восточнее Среднеботуобинского месторождения. Латеральное замещение песчаников горизонта сульфатно-карбонатными отложениями наблюдается в направлении Хайской, Монулахской, Иктехской, Восточно-Хотурской площадей (рис. 2).

В разрезе курсовской свиты был также выделен акустический репер $AK_{\text{кур}}$. Толщина пачки пород между акустическими реперами, как видно из рис. 2, постоянна вкрест простирания вендских терригенных отложений.

Верхнебюксская подсвита согласно перекрывает отложения ботуобинского горизонта. Подсвита сложена преимущественно доломитами темно-серыми, массивными, участками строматолитовыми, ангидритизированными, с редкими прослоями «чистых» ангидритов, аргиллитов и мергелей. Прослои аргиллитов маломощные, чаще они тонко переслаиваются с доломитами и ангидритами. К средней части подсвиты приурочена наиболее

глинистая пачка. В ней наряду с акритархами третьего комплекса венда определены медузоиды, близкие к эдиакарской фауне. В подошве подсвиты доломиты переслаиваются с тонкими пропластками песчаника [12]. На каротажной диаграмме верхнюю границу ботуобинского горизонта определяют по резкому увеличению значений акустического каротажа, характеризующему переход от доломитов к песчаникам. На диаграмме ГК верхнюю границу горизонта определить практически невозможно вследствие постепенного перехода от песчаных пород к сульфатно-карбонатным.

Детальные литологические исследования по скважинам Среднеботуобинского месторождения показали, что переход от алевроито-глинистых пород верхнекурсурской подсвиты к песчаникам ботуобинского горизонта постепенный и характеризуется возрастанием роли песчаников и алевролитов вверх по разрезу. Этот переход хорошо фиксируется на диаграмме ГК: граница резкая, ярко выраженная. По результатам корреляции можно сделать вывод о том, что ботуобинский горизонт является продолжением верхнекурсурской подсвиты.

В последнее десятилетие данные по керну скважин со стопроцентным выходом и сейсмические материалы убедительно указывают на отсутствие предботуобинского перерыва. В работах литологов ИНГГ СО РАН показан постепенный переход от аргиллитов курсовской свиты к песчаникам ботуобинского горизонта [2]. Преимущественно терригенный состав горизонта и наличие плавного перехода от аргиллитов к песчаникам стали аргументами в пользу включения горизонта в состав подстилающей курсовской свиты и изъятия его из бюксской свиты [4].

Площадное распространение, условия формирования ботуобинского горизонта

Палеогеографическими исследованиями на территории НБА занимались В. Н. Воробьев, И. В. Вараксина, А. Н. Дмитриевский, М. В. Лебедев, Н. В. Мельников, П. Н. Мельников, Л. С. Чернова и др. [3, 6–8 и др.].

Существуют две основные точки зрения на условия формирования ботуобинского горизонта. Одни исследователи (В. Е. Бакин, В. Н. Воробьев, А. Н. Дмитриевский и др.) полагают, что песчаники ботуобинского горизонта образовались вследствие раннетирской трансгрессии, сопровождающейся перемывом дотирских образований и накоплением более сортированного материала в зонах временной стабилизации береговых линий. Этот вывод сделан на основе результатов анализа фациального замещения ботуобинского горизонта на внешнем контуре поля развития [11]. Другие исследователи (Е. М. Хабаров, И. В. Вараксина, М. М. Пушкарева [1], М. В. Лебедев, Л. С. Чернова [6], С. А. Моисеев [9], А. М. Фомин [14] и др.) предполагают, что ботуобинский гори-

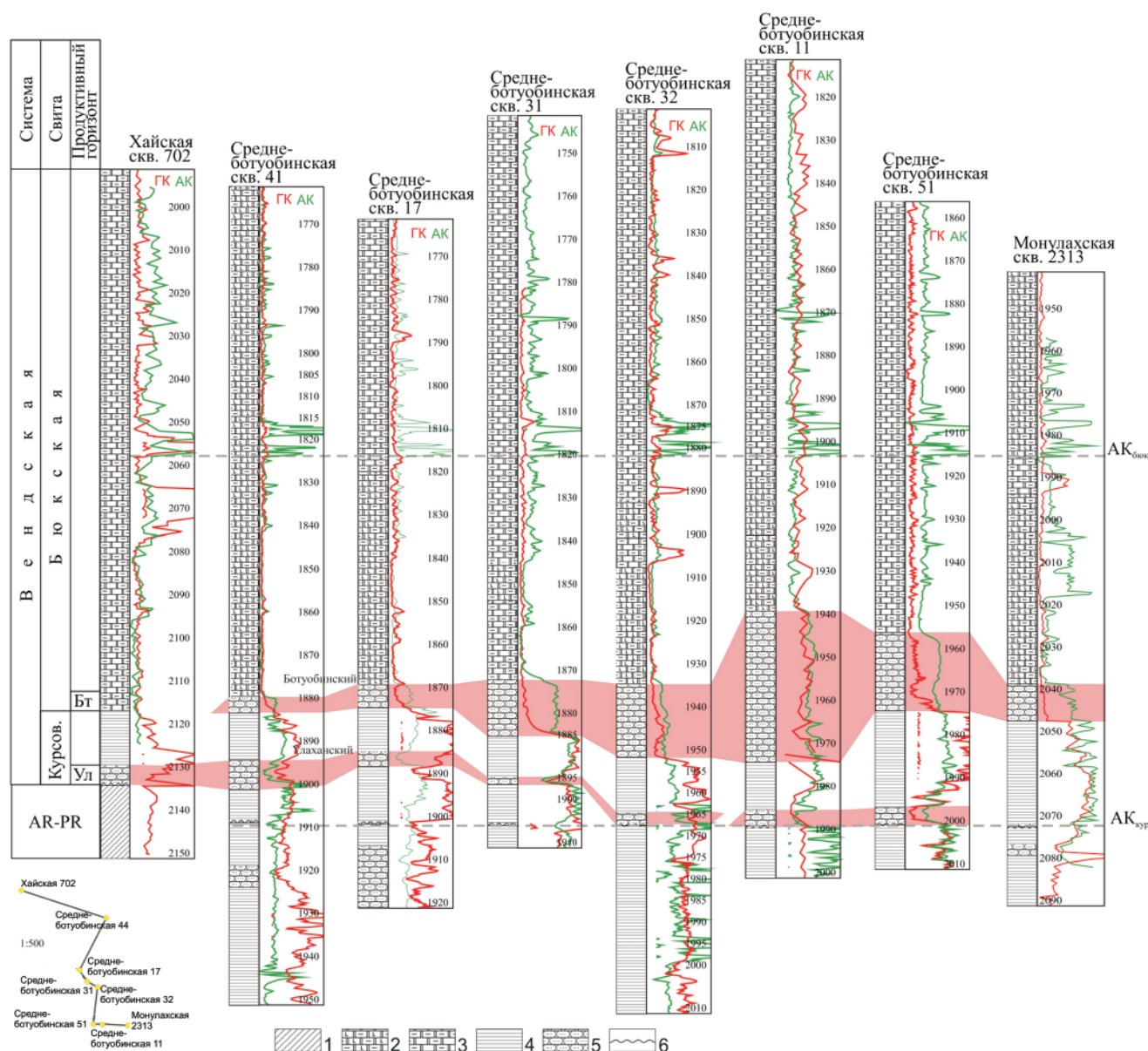


Рис. 2. Схема корреляции отложений ботубинского горизонта по линии скважин Хайская 702 – Монулахская 2313
1 – породы фундамента; 2 – терригенно-сульфатно-карбонатные породы; 3 – глинистые доломиты; 4 – аргиллиты; 5 – песчаники; 6 – внутринепский региональный перерыв

зонт представляет собой крупную баровую систему. Данный вывод базируется на детальном литологическом изучении керна [2], детальных корреляционных построениях [8], а также литофациальном анализе отложений [6].

Для прогноза распространения горизонта в рамках настоящих исследований были выполнены палеогеографические построения. По нашим представлениям, ботубинский горизонт сформировался в субаквальных обстановках подвижного мелководья бассейна. На основе корреляционных профилей, структурной карты по кровле горизонта и карты толщин на территории исследования выделены три баровых тела, рассеченных промоинами разрывных течений и непосредственно налегающих одно на другое (рис. 3).

Первое, самое южное тело (I) приурочено к территории Среднеботубинского месторождения, ось

его проходит с северо-запада на юго-восток района исследования по линии скважин 97 – 16 – 11 – 78 – 92 – 14. Оно линейно вытянуто вдоль оси (см. рис. 3).

Второе тело (II А) приурочено к Тас-Юряхской и Бес-Юряхской площадям. Его ось проходит по линии скважин 3402 – 3401 – 556 – 557. Однако, как можно отметить при анализе карты толщин ботубинского горизонта, у этого тела можно выделить вторую ось (II Б), проходящую по линии скважин 575 – 571 – 14110 (см. рис. 3).

Третье тело (III А), самое северное, выделено на Маччобинской, Иреляхской, Нелбинской площадях. Его ось проходит по линии скважин 12407 – 747 – 701 – 15502, также отмечается вторая ось (III Б), по линии скважин 1241 – 12404 – 20405 (см. рис. 3).

Состав и строение горизонта свидетельствуют о накоплении отложений нижней части боту-

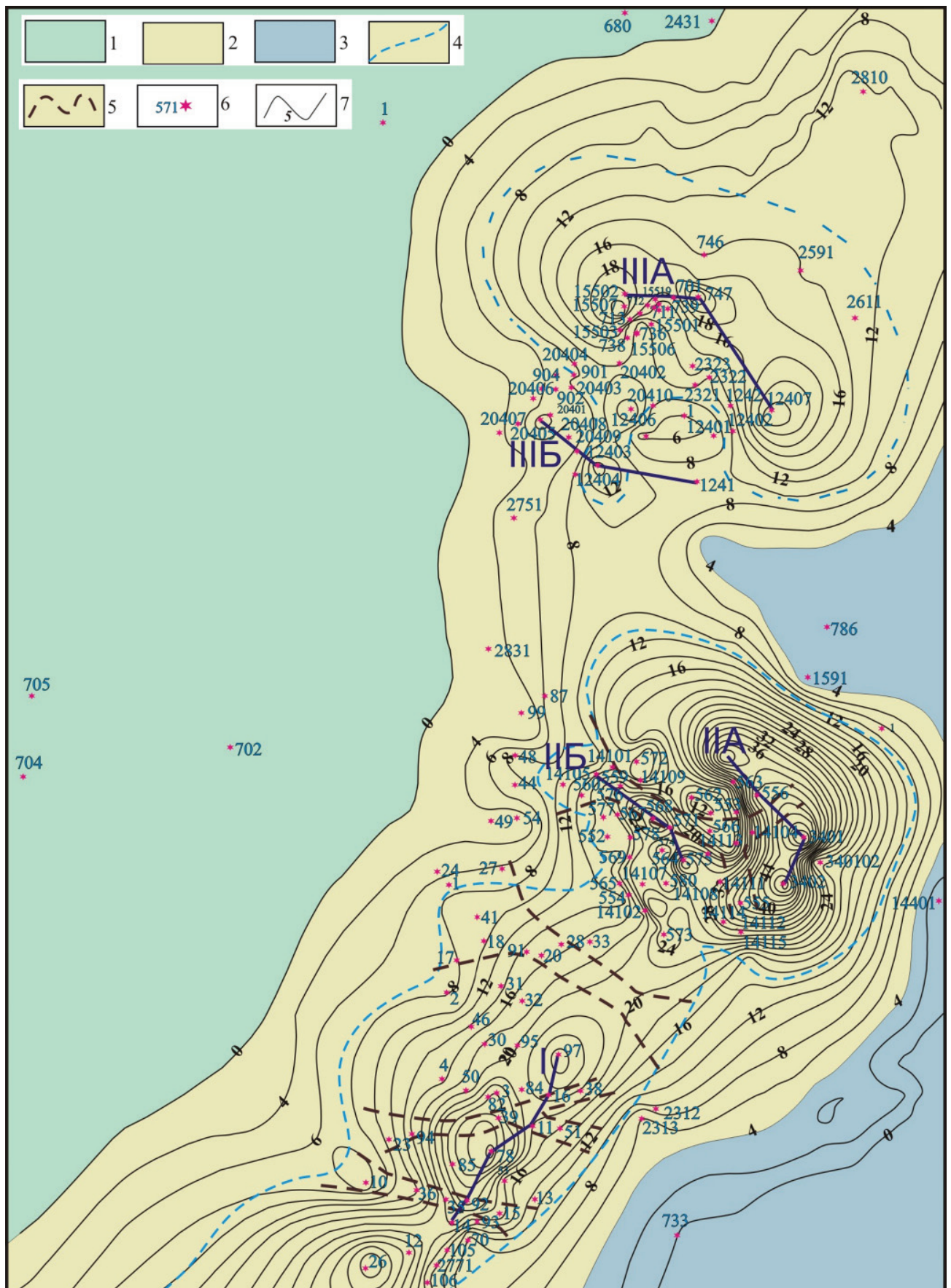


Рис. 3. Палеогеографическая схема ботубинского горизонта

Отложения: 1 – лагун и глинистого морского побережья; 2 – баровые, 3 – среднего шельфа; предполагаемые границы: 4 – распространения песчаных тел, 5 – конусов выноса разрывных течений; 6 – глубокие скважины; 7 – изопахиты песчаников ботубинского горизонта и его фациальных аналогов



обинского горизонта при регрессивном режиме осадконакопления, средней и верхней – в условиях трансгрессии бассейна. Считается, что накопление баровых тел с укрупнением зернистости песчаного материала вверх по разрезу в условиях трансгрессии возможно в случае миграции побережья в сторону суши при отступлении предфронтальной зоны в условиях быстрого поднятия уровня моря, малой скорости погружения и минимального привноса осадков. Линия берега проходила северо-западнее баровых тел и была отделена от них лагуной и зоной пляжа. В юго-восточном направлении баровые отложения замещаются отложениями мелководного шельфа. Сами тела сформированы, вероятно, приливно-отливными течениями.

Выводы

1. Песчаники ботубинского продуктивного горизонта залегают согласно на алеврито-глинистых породах верхнекурсовской подсвиты с плавным и постепенным переходом от нижележащих пород к вышележащим. Следовательно, и включаться они должны в курсовскую свиту, имеющую терригенный состав, а не в буюскую, представляющую собой глинисто-сульфатно-карбонатную толщу.

2. При разбуривании перспективных площадей можно столкнуться с участками заполнения промоин разрывных течений алеврито-глинистыми отложениями, которые будут характеризоваться пониженными коллекторскими свойствами. Для выявления таких участков по данным сейсморазведки необходимо подготовить эталон сейсмической записи на Среднеботубинском месторождении.

3. В составе горизонта наиболее интересна его средняя часть с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Вараксина, И. В.** Влияние структурно-вещественных параметров на фильтрационно-емкостные свойства пород ботубинского горизонта венда северо-востока Непско-Ботубинской антеклизы [Текст] / И. В. Вараксина, Е. М. Хабаров, М. М. Пушкарёва // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. – № 1(9). – С. 67–74.

2. **Влияние** седиментологических факторов на петрофизические характеристики терригенных коллекторов венда юга Сибирской платформы [Текст] / Е. М. Хабаров, И. В. Вараксина, С. В. Сараев [и др.] // Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности: Сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: ВНИГРИ, 2008. – С. 426–432.

3. **Геология** нефти и газа Сибирской платформы [Текст] / Под ред. А. Э. Конторовича, В. С. Суркова, А. А. Трофимука. – М.: Недра, 1981. – 552 с.

4. **Лебедев, М. В.** Результаты детальной корреляции терригенных отложений венда северо-востока Непско-Ботубинской антеклизы [Текст] / М. В. Лебедев, С. А. Моисеев // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2012. – № 8. – С. 4–13.

5. **Лебедев, М. В.** Стратиграфическое положение продуктивных горизонтов венда в северо-восточных районах Непско-Ботубинской антеклизы [Текст] / М. В. Лебедев // Прогноз зон нефтегазонакопления и локальных объектов на Сибирской платформе / Под ред. В. В. Самсонова. – Л.: ВНИГРИ, 1988. – С. 57–67.

6. **Лебедев, М. В.** Фациальные модели терригенных отложений венда северо-востока Непско-Ботубинской антеклизы (Сибирская платформа) [Текст] / М. В. Лебедев, Л. С. Чернова // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37, № 10. – С. 51–64.

7. **Мельников, Н. В.** Палеогеография Сибирской платформы в венде [Текст] / Н. В. Мельников, Г. Г. Шемин, А. О. Ефимов // Палеогеография фанерозоя Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1989. – С. 3–10.

8. **Моисеев, С. А.** Геологическое строение и особенности оценки и разведки месторождений нефти и газа северо-восточной части Непско-Ботубинской антеклизы: Автореф. дис. ... к. г.-м. н. – Новосибирск: ОИГГиМ СО РАН, 1997. – 17 с.

9. **Непско-Ботубинская** антеклиза – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР [Текст] / А. С. Анциферов, В. Е. Бакин, В. Н. Воробьев [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1986. – 245 с.

10. **Нефтегазоносность** ботубинского горизонта в зоне сочленения Непско-Ботубинской и Анабарской антеклиз [Текст] / А. О. Ефимов, Л. С. Чернова, А. М. Фомин, М. В. Лебедев // Геология нефти и газа. – 1991. – Т. 45, № 8. – С. 2–6.

11. **Продуктивные** горизонты в кембрийских и рифейских отложениях Сибирской платформы [Текст] / В. Н. Воробьев, С. А. Афанасьев, Т. Д. Кондратенко [и др.] // Геология и нефтегазоносность Восточной Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1978. – С. 98–107.

12. **Решения** IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы [Текст]. – Новосибирск, 1989. – 64 с.

13. **Стратиграфия** нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и складчатого обрамления [Текст] / Под ред. Н. В. Мельникова. – Новосибирск: Гео, 2005. – 428 с.

14. **Фомин, А. М.** Ботубинский продуктивный горизонт (условия формирования, строение и перспективы нефтегазоносности) [Текст] / А. М. Фомин // VIII Междунар. конгр. «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012». Т. 2. – Новосибирск, 2012. – С. 19–23.