

<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-4-39-51>

УДК 551.262+551.24



ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЗО-КАЙНОЗойСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АНАДЫРСКОГО ПРОГИБА

С.А. ГУРЯНОВ

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Анадырский прогиб в структурном отношении является краевым. В его составе выделяются четыре субрегиональных элемента. В пределах данного района широко развиты разрывные дислокации.

Цель исследования. В данной статье поднимается вопрос реконструкции палеогеографических и литолого-фациальных условий формирования мезо-кайнозойских отложений Анадырского прогиба путем анализа и обобщения комплекса исходных данных и построения палеогеографических и литолого-фациальных схем. Сведения об условиях формирования отложений исследуемой территории особенно важны с практической точки зрения, так как в ней располагаются углеводороды и полезные ископаемые.

Материалы и методы. На основе анализа мощностей и литолого-фациального состава отложений соответствующего возраста были выполнены палеогеографические реконструкции Анадырского прогиба. Результаты изучения вещественного состава отложений осадочного чехла Берингова моря и сопредельной суши — материалы бурения скважин, описания обнажений, а также анализ градиентов мощностей, результаты интерпретации сейсмических исследований и др. — использовались для построения литолого-фациальных схем.

Результаты. В ходе работы были построены карты обстановок осадконакопления. Результатом литолого-фациального анализа стали литолого-фациальные схемы для всех четырех основных осадочных комплексов Анадырского прогиба. По результатам обобщений геологических материалов и палеореконструкций были построены прогнозные схемы распространения флюидоупорных толщ в районе исследований.

Заключение. Установлено, что формирование осадочного чехла Анадырского прогиба происходило преимущественно в мелководных обстановках осадконакопления, а глубины палеобассейнов не выходили за пределы внутреннего относительно мелководного шельфа. На основе анализа было выбрано два наиболее вероятных коллектора. Охарактеризованы региональные флюидоупоры и вероятные покрывающие.

Ключевые слова: Анадырский прогиб, палеореконструкция, литолого-фациальный анализ, палеогеографические схемы

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Гурянов С.А. Палеогеографические и литолого-фациальные условия формирования мезо-кайнозойских отложений анадырского прогиба. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.* 2020;63(4):39—51. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-4-39-51>

Статья поступила в редакцию 31.08.2020

Принята к публикации 27.04.2021

Опубликована 31.05.2021

PALEO GEOGRAPHIC AND LITHO-FACIAL CONDITIONS OF MESO-CENOZOIC SEDIMENT FORMATION OF THE ANADYR DEPRESSION

SANAN A. GURYANOV

*Sergo Ordzhonikidze Russian State for Geological Prospecting University (MGRI)
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia*

ABSTRACT

Background. The Anadyr depression has a marginal structure. It comprises four sub-regional elements. Disjunctive dislocations are widely developed within the area.

Aim. To reconstruct the paleogeographic and litho-facies conditions of the formation of the Meso-Cenozoic sediments of the Anadyr depression. The reconstruction was performed by evaluating the initial data and developing paleogeographic and litho-facies maps. Data on the conditions of sediment formation in the study area, rich in hydrocarbon and mineral deposits, is essential from a practical standpoint.

Materials and methods. Paleogeographic reconstructions of the Anadyr depression were performed based on an analysis of the sediment thickness and litho-facies composition of the relevant age. To build litho-facies maps, we used the data on the material composition of the Bering Sea sedimentary cover and adjacent areas, including well-drilling data, outcropping descriptions, thickness gradient analysis, seismic study results, etc.

Results. In the course of the work, sedimentary environment maps were created. Litho-facies maps were developed for all four main sedimentary complexes of the Anadyr depression. Based on the generalised geological data and paleoreconstructions, we constructed forecasting schemes of the distribution of barrier formations in the study area.

Conclusions. It was found that the formation of the sedimentary cover of the Anadyr depression took place mainly in shallow-water sedimentary environments. In addition, the depths of paleobasins did not overpass the internal relatively shallow marine shelf. Based on the analysis, two most probable reservoirs were selected. Regional fluid and potential seals were characterised.

Keywords: Anadyr depression, paleoreconstruction, litho-facies analysis, paleogeographic maps

Conflict of interest: the author declares no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: Guryanov S.A. Paleogeographic and litho-facial conditions of meso-cenozoic sediment formation of the Anadyr depression. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(4):39—51. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-4-39-51>

Manuscript received 31 August 2020

Accepted 27 April 2021

Published 31 May 2021

Анадырский прогиб расположен в зоне сочленения Чукотско-Анадырской системы докембрийско-палеозойских массивов Беринговоморской плиты и альпийской Камчатско-Корякской складчато-орогенной области и с севера граничит с Охотско-Чукотским вулканогенным поясом [1, 2].

В структурном отношении, вслед за Е.Е. Милановским, можно предположить, что Анадырский прогиб является краевым, в котором выделяются

четыре субрегиональных элемента: Западно-Анадырская и Восточно-Анадырская впадины, разделенные Туманским горстом, и Ламутская ступень, причем первые три находятся на складчато-метаморфическом основании Беринговоморской плиты, последний — на альпийском блоково-складчатом основании. В пределах исследуемого района широко развиты разрывные дислокации, среди которых выделяют нормальные сбросы, сбросо-сдвиги,

взбросы и надвиги. Преобладают продольные разломы. Максимальная плотность разрывных нарушений на единицу площади приходится на породы основания прогиба.

В геологическом разрезе Анадырского прогиба выделяются преимущественно докайнозойский фундамент и осадочный чехол, в основании которого залегают часто нерасчлененные верхнемел-палеогеновые отложения. Мощность осадочного чехла в среднем составляет 4,5—5 км, а в глубоких впадинах бассейнов по результатам сейсмических исследований достигает 7,5 км. В составе осадочного чехла бассейна выделяются следующие основные комплексы: мел-палеогеновый, нижнемиоценовый, средне-верхнемиоценовый, плиоцен-четвертичный, разделенные региональными поверхностями несогласий.

Материалы и методика исследований

Палеогеографические реконструкции Анадырского прогиба указанного района выполнялись на основе анализа мощностей и литолого-фациального состава отложений соответствующего возраста. При этом мощности кайнозойских отложений морской части района устанавливались по данным сейсмических съемок. Литолого-фациальный состав отложений анализировался по данным бурения и описания обнажений, содержащимся в публикациях, отчетах и пояснительных записках к листам Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000, закрывающей эти территории. Следует отметить, что основной объем такой информации характеризует континентальную часть исследований. Его морская часть охарактеризована только двумя скважинами — Лахтакской-1 и Центральной-1. Для получения представлений о возможном составе кайнозойских отложений в морской части района допускалась также экстраполяция разрезов из его континентальной части по простиранию оси Анадырского прогиба. Однако, учитывая существенную поперечную тектоническую дифференциацию этого прогиба, безусловно влияющую на характер кайнозойского осадконакопления, такая экстраполяция проводилась с осторожностью и учитывала совокупность дополнительных геологических факторов. В числе этих факторов: результаты интерпретации сейсмических разрезов, содержащиеся в отчетах о сейсмических съемках в Анадырском заливе и имеющие прогностическое значение в отношении литолого-фациального состава отложений, данные о градиентах мощностей отдельных кайнозойских комплексов, являющихся

признаками изменения литолого-фациального или формационного состава отложений.

Определенный объем полезной литолого-фациальной информации общего характера дают также результаты обобщения и анализа данных о строении разрезов американской части Берингова моря. В то же время следует отметить, что эти районы достаточно удалены от исследуемого, а учитывая существенную вертикальную дифференциацию в кайнозое структуры и рельефа плитной, орогенной и окраинно-континентальной частей берингоморского региона и, соответственно, областей сноса и седиментации, устанавливать надежные корреляционные отношения между формациями в удаленных друг от друга локальных осадочных бассейнах и прогнозировать на этом основании состав отложений в изучаемом районе не всегда возможно [4—6].

В качестве региональной канвы при выделении тех или иных элементов палеогеографии исследуемого района привлекались также результаты более ранних мелкомасштабных палеогеографических реконструкций, охватывающих весь берингоморский регион и прилегающие континентальные области [8, 11]. Для детализации некоторых палеогеоморфологических особенностей изучаемого района, особенно его континентальной части, учитывая активную роль в ее формировании новейших тектонических движений, использовались некоторые геолого-геоморфологические методы и приемы неотектонического анализа, основанные на комплексном изучении рельефа и геологического строения субстрата. Для построения литолого-фациальных схем использовались результаты изучения вещественного состава отложений осадочного чехла Берингова моря и сопредельной суши: материалы бурения скважин, описания обнажений, а также анализ градиентов мощностей, результаты интерпретации сейсмических исследований и др.

Результаты исследований

В результате проделанной работы были построены карты обстановок осадконакопления для периодов: поздний мел-палеоген, ранний миоцен, средний-поздний миоцен, плиоцен-плейстоцен (рис. 1).

К началу кайнозоя изучаемый район представлял собой преимущественно континентальную территорию с дифференцированным рельефом, в котором гористые области сочетались с холмистыми равнинами и низменностями, в пределах которых могли накапливаться

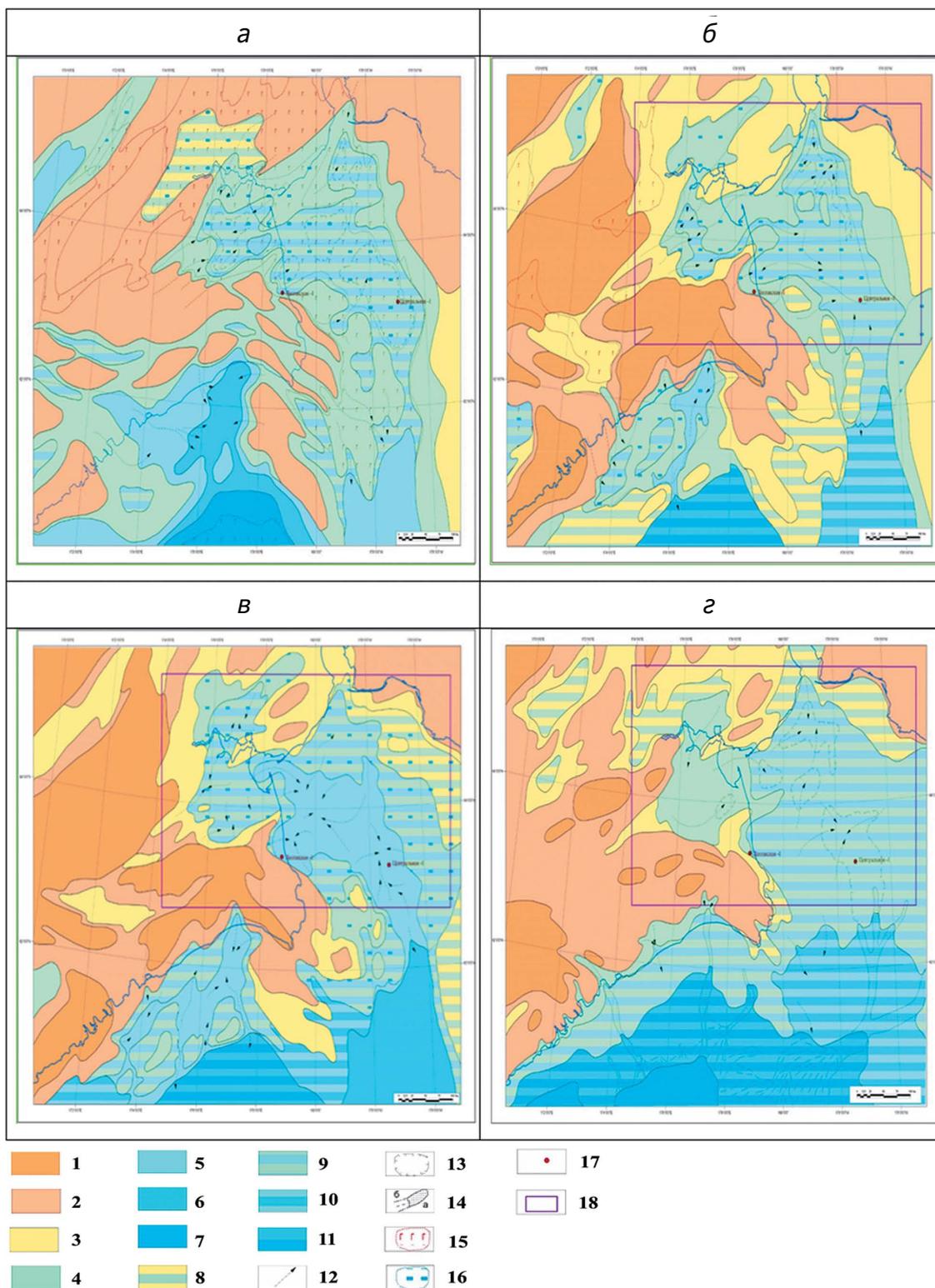


Рис. 1. Анадырский прогиб и прилегающие территории. Палеогеографические схемы: а — позднемиоценовое-палеогеновое время; б — раннемиоценовое время; в — средне-позднемиоценовое время; г — плиоцен-плейстоценовое время. 1 — горы, средне- и высокогорья; 2 — холмистые равнины, предгорья, низкогорья, островная и нерасчлененная суша; 3 — низкие плоские равнины; 4 — низменности, низкие приморские равнины, периодически

затопляемые морем; мелководные периодически осушаемые шельфы (глубиной до 20 м); 5 — внутренний, относительно мелководный шельф (глубины до 200 м); 6 — внешний, относительно глубоководный шельф (глубины до 200 и более); 7 — континентальный склон, глубоководные впадины (глубины до 2000 м и более); 8 — области чередования низких равнин и приморских низменностей; 9 — области чередующихся обстановок мелководного шельфа и остаточной лагуны или озера при осушении шельфовой области (глубины до 50 м и более); 10 — области чередования условий внутреннего и внешнего шельфа; 11 — области чередования обстановок шельфа и относительно глубоководной области; 12 — вероятные направления переноса обломочного материала; 13 — локальные впадины; 14 — подводные каналы, ложбины стока, палеорусл (а) и области их разгрузки (б); 15 — области вулканической деятельности; 16 — угленосные территории; 17 — некоторые скважины; 18 — район работ

Fig. 1. Anadyr depression and adjacent territories. Paleogeographic schemes: а — Late Cretaceous-Paleogene time; б — Early Miocene time; в — Middle-late Miocene time; г — Pliocene-Pleistocene time. 1 — mountains, middle- and highlands; 2 — hilly plains, foothills, low-hill terrain, insular and undivided land; 3 — low flat plains; 4 — lowlands, low coastal plains, periodically flooded by the sea; shallow periodically drained shelves (up to 20 m deep); 5 — internal, relatively shallow-water shelf (depths up to 200 m); 6 — outer, relatively deep-sea shelf (depths up to 200 and more); 7 — continental slope, deep-water depressions (depths up to 2000 m and more); 8 — areas of alternation of low plains and coastal lowlands; 9 — areas of alternating environments of a shallow shelf and a residual lagoon or lake during drainage of the shelf area (depths up to 50 m and more); 10 — areas of alternation of conditions of the inner and outer shelf, 11 — areas of alternation between shelf and relatively deep-water areas; 12 — likely directions of clastic material; 13 — local depressions; 14 — underwater channels, runoff depression, paleochannels (a) and areas of their discharge (b); 15 — areas of volcanic activity; 16 — coal-bearing areas; 17 — some wells; 18 — work area

континентальные отложения различного происхождения. Расположенный в пределах этого района Анадырский прогиб своей восточной частью на ранних стадиях альпийского этапа развития входил в состав системы прогибов северо-западного (Пенжинско-Ванкаремского) ограничения Берингоморской плиты. На поздних, кайнозойских стадиях развития он представлял собой область седиментации, в которой происходила периодическая смена морских и континентальных условий осадконакопления.

В палеогене район Анадырского прогиба представлял собой низменность или низкую приморскую равнину, которая соответствовала днищу топографической депрессии, заключенной между системой грядовых возвышенностей, расположенных на юго-западе, на месте современной Корякской складчато-орогенной системы и высокой холмистой равнины. В течение палеогена наиболее низменная часть этой депрессии периодически затоплялась в результате морских ингрессий с юга, со стороны Тихого океана. Область периодического затопления охватывала как минимум три локальные впадины района Анадырского залива. Одна из них отвечает современной Западно-Анадырской впадине, другая — прогибу Креста, третья — Восточно-Анадырской впадине.

При падении уровня моря или относительно тектоническом поднятии территории здесь могли оставаться озерно-лагунные заболоченные равнины, на которых происходило накопление угленосных отложений [22—24]. В этот

период весь рассматриваемый район характеризуется повышенной вулканической активностью. Периодическое затопление района Анадырского прогиба началось, скорее всего, со среднего эоцена и первоначально происходило в форме узких заливов, постепенно захватывая всё более обширные пространства прилегающих к ним участков топографической депрессии. Озерно-лагунные и шельфовые условия существовали в изучаемом районе в течение эоцена-олигоцена.

В начале миоцена в районе Анадырского залива происходит некоторое сокращение площадей периодического затопления и территорий, занятых низменностями, которые окаймляют области периодического затопления. Это явление связано с тем, что часть указанных площадей, примыкающих к Корякской орогенно-складчатой системе, вовлекается в слабое поднятие и преобразуется в высокие равнины. В то же время происходит углубление расположенной к югу области Наваринского прогиба, которая служит каналом для проникновения в изучаемый район тихоокеанских вод. В пределах Анадырского прогиба продолжается формирование угленосных толщ. Одновременно, возможно, в связи с импульсами тангенциальных сжатий со стороны развивающейся впадины [13, 15] Тихого океана, приведшими к очередной фазе смятия отложений и поднятий в Корякской складчатой системе, здесь происходит закрытие магматических каналов и прекращение вулканической деятельности.

С середины миоцена происходит заметное расширение области периодического

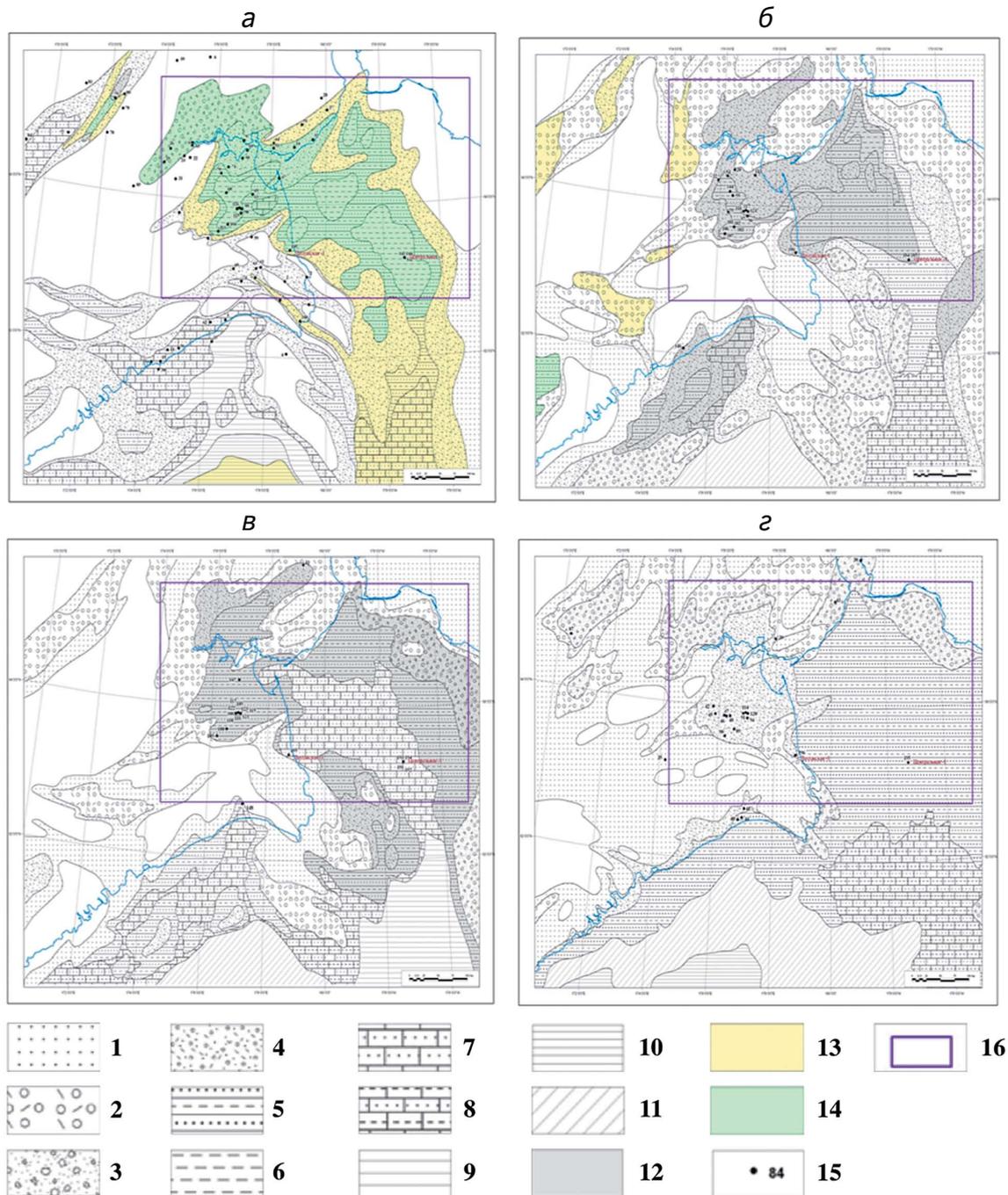


Рис. 2. Анадырский прогиб и прилегающие территории. Литолого-фациальные схемы; а — верхнемеловых палеогеновых отложений; б — нижнемиоценовых отложений; в — средне-верхнемиоценовых отложений; г — плиоцен-плейстоценовых отложений. 1 — низкие и плоские равнины (конгломераты, песчаники, гравелиты); 2 — низменности, низкие приморские равнины, эпизодически затопляемые морем; мелководный периодически осушаемый шельф до 20 м (конгломераты, гравелиты, песчаники); 3 — низменности, низкие приморские равнины, эпизодически затопляемые морем, мелководный, периодически осушаемый шельф до 20 м, области чередующихся обстановок и мелководного шельфа, остаточные лагуны или озера при осушении шельфа до 50 м (песчаники, конгломераты, гравелиты); 4 — области чередующихся обстановок и мелководного шельфа, остаточные лагуны или озера при осушении шельфа до 50 м и более (алевролиты, аргиллиты, песчаники, лигниты); 5 — области чередующихся обстановок и мелководного шельфа, остаточные лагуны или озера

при осушении шельфа до 50 м и более, внутренний относительно мелководный шельф до 200 м (песчаники, алевролиты, аргиллиты, глины); 6 — локальные впадины шельфа (аргиллиты, глины, песчаники, алевролиты); 7 — внутренний относительно мелководный шельф до 200 м (аргиллиты, алевролиты, известковистые песчаники); 8 — внутренний относительно мелководный шельф до 200 м, внешний относительно глубоководный шельф (глины, алевролиты, аргиллиты, известковистые песчаники); 9 — внешний, относительно глубоководный шельф (глины, алевролиты, аргиллиты); 10 — внешний, относительно глубоководный шельф, области континентальных склонов и глубоководных впадин, глубина до 2000 м или более (глины, аргиллиты, алевролиты); 11 — области континентальных склонов и глубоководных впадин, глубина до 2000 м или более (аргиллиты, глины, алевролиты); 12 — области распространения углей в составе отложений; 13 — области распространения вулканитов в составе отложений; 14 — области распространения углей и вулканитов в составе отложений; 15 — пункты изучения вещественного состава пород; 16 — район работ

Fig. 2. Anadyr depression and adjacent territories. Lithologic-facies schemes: a — Upper Cretaceous Paleogene deposits; б — Lower Miocene deposits; в — Middle-Upper Miocene deposits; г — Pliocene-Pleistocene deposits. 1 — low and flat plains (conglomerates, sandstones, gravelstones); 2 — lowlands, low coastal plains, occasionally flooded by the sea; shallow periodically drained shelf up to 20 m (conglomerates, gravelstones, sandstones); 3 — lowlands, low coastal plains, occasionally flooded by the sea, shallow, periodically drained shelf up to 20 m, areas of alternating environments and shallow shelf, residual lagoons or lakes when the shelf is draining up to 50 m (sandstones, conglomerates, gravelites); 4 — areas of alternating environments and shallow-water shelf, residual lagoons or lakes when the shelf is drained to 50 m or more (siltstones, mudstones, sandstones, lignites); 5 — areas of alternating environments and shallow-water shelf, residual lagoons or lakes during shelf drainage up to 50 m and more, internal relatively shallow-water shelf up to 200 m (sandstones, siltstones, mudstones, clays); 6 — local shelf depressions (mudstones, clays, sandstones, siltstones); 7 — internal relatively shallow-water shelf up to 200 m (mudstones, siltstones, calcareous sandstones); 8 — internal relatively shallow-water shelf up to 200 m, external relatively deep-water shelf (clays, siltstones, mudstones, calcareous sandstones); 9 — outer, relatively deep-sea shelf (clays, siltstones, mudstones); 10 — outer, relatively deep-sea shelf, areas of continental slopes and deep-sea depressions, depths up to 2000 m or more (clays, mudstones, siltstones); 11 — areas of continental slopes and deep-sea depressions, depths up to 2000 m or more (mudstones, clays, siltstones); 12 — areas of distribution of coal in the composition of sediments; 13 — areas of distribution of volcanics in the composition of deposits; 14 — areas of distribution of coals and volcanics in the composition of deposits; 15 — sites for studying the material composition of rocks; 16 — work area

затопления в пределах Анадырского залива, которая занимает теперь не только собственно прогиб, но выходит далеко за его пределы, проникая вглубь расположенных вокруг равнины территорий по их низменным и долинным участкам [2, 9]. Непосредственно в Анадырском прогибе устанавливаются относительно стабильные условия внутреннего мелководного шельфа, существующие, однако, только в пределах современной акваториальной части этого прогиба, которая соединилась с относительно глубоководным заливом, расположенным на месте современного Наваринского прогиба. В западной части Анадырского прогиба периоды существования шельфовых условий осадконакопления чередовались с периодами развития низменных озерно-лагунных ландшафтов [21]. По периферии области Анадырской ингрессии располагались обширные территории, на которых происходило формирование угленосных толщ.

В плиоцене-плейстоцене происходит перестройка условий седиментации, которая связывается с образованием обширной шельфовой области, в состав которой, наряду с районом Анадырского залива, входят и другие районы Берингова моря, расположенные к востоку и северу от него. Эта перестройка связана с влиянием

сложного комплекса факторов, в котором сочетаются эндогенная составляющая, то есть общие колебательные и региональные тектонические движения, а также экзогенная (климатогеографическая), которая наряду с прочими отражает воздействие на уровень моря в этом районе периодов плейстоценовых оледенений и межледниковий [14]. Совокупность влияния этих факторов на обстановку осадконакопления в рассматриваемом районе привела к тому, что в течение плиоцен-плейстоцена он вместе с прилегающими к ней с востока районами Берингова моря неоднократно подвергался полному осушению с образованием континентальных «мостов» между Северо-Восточной Азией и северной частью американского континента и вновь уходил под воды северной части Тихого океана [16].

В результате литолого-фациального анализа были построены литолого-фациальные схемы для всех четырех основных осадочных комплексов Анадырского прогиба: верхнемел-палеогенового, нижнемиоценового, средне-верхнемиоценового и плиоцен-четвертичного (рис. 2).

В отложениях верхнего мела-палеогена в пределах Анадырского прогиба выделяются три основных компонента: терригенная, вулканогенная

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

и биогенная (уголь) составляющая [7]. Гранулометрическая размерность терригенной составляющей пород определяется обстановками осадконакопления — наблюдается тенденция уменьшения доли грубозернистых осадков с увеличением глубины палеобассейна. На этом фоне обособляются области с повышенным содержанием углей и вулканитов в составе отложений (рис. 2а).

Отложения раннего миоцена характеризуются отсутствием вулканогенного материала в составе пород, угленосные отложения развиты практически на всей территории прогиба (рис. 2б).

Средне-позднемиоценовые обстановки осадконакопления способствовали накоплению преимущественно грубозернистых разностей терригенных отложений в пределах изучаемой территории. В Анадырском прогибе в шельфовых обстановках накапливались относительно тонкозернистые осадки, обогащенные карбонатами [3, 10, 12].

В составе отложений, формировавшихся в прибрежно-морских условиях (низменности, периодически затапливаемые морем), присутствуют угли (рис. 2в). Такой характер распределения терригенных отложений в целом сохраняется и в плиоцен-четвертичное время [20]. При этом в составе отложений отсутствуют угли и карбонаты (рис. 2г).

Для литологической характеристики каждого слоя в модели на основании выполненных палеореконов и подготовленных фациальных схем были созданы соответствующие смешанные литотипы (табл.).

Исследование коллекторских свойств пород показывает, что в кайнозойских отложениях наземной части Анадырского бассейна доминируют песчаники граувакковой группы [17—19]. Примесь аркозowego материала играет второстепенную роль. Отложения палеоцен-нижнеэоценового возраста и верхнего эоцена-олигоцена в целом

Таблица. Вещественная характеристика модели Анадырского прогиба и прилегающих территорий
Table. Material characteristics of the model of the Anadyr depression and adjacent territories

Возраст комплекса	Литологический состав в соответствии с фациальной зоной							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Поздний мел-палеоген	-	Мергели (50), известняки (50)	Мергели (50), известняки (50)	Мергели (50), известняки (50)	Мергели (70), песчаники (10), алевролиты (10), глины (10)	Глины (50), мергели (50)		
Нижний миоцен	-	Мергели (40), глины (30), алевролиты (30)	Мергели (40), известняки (20), глины (40)	Мергели (40), алевролиты (20), глины (20), песчаники (20)	Мергели (20), аргиллиты (10), глины (40), песчаники (10), известняки (20)	Глины (70), мергели (10), песчаники (10), алевролиты (10)		
Средний — поздний миоцен	-	Конгломераты (20), валуны (20), глины (20), песчаники (40) и песчаники (30), глины (40), алевролиты (30) (для области вала Шатского)	Песчаники (30), глины (40), алевролиты (30)	Песчаники (15), глины (70), алевролиты (15)	Глины (80), аргиллиты (20)	Глины (100)		
Плиоцен-квартер	-	Конгломераты (20), песчаники (20), глины (20), алевролиты (20), мергели (20)	Песчаники (20), глины (40), алевролиты (20), мергели (20)	Песчаники (15), глины (70), алевролиты (15)	Глины (80), аргиллиты (20)	Глины (100)		

Примечание

I — низкие плоские равнины, II — низменности, низкие приморские равнины, эпизодически затапливаемые морем; мелководный, периодически осушаемый шельф до 20 м, области чередующихся обстановок и мелководного шельфа, остаточные лагуны или озера при осушении шельфа до 50 м, III — области чередующихся обстановок и мелководного шельфа, остаточные лагуны или озера при осушении шельфа до 50 м и более, IV — области чередующихся обстановок и мелководного шельфа, остаточные лагуны или озера при осушении шельфа до 50 м и более, внутренний относительно мелководный шельф до 200 м, V — локальные впадины шельфа, VI — внутренний относительно мелководный шельф до 200 м, VII — внешний, относительно глубоководный шельф, VIII — области континентальных склонов и глубоководных впадин, глубина до 2000 м или более.

В скобках указано содержание соответствующего литотипа в %.

характеризуются низкими коллекторскими свойствами. В кайнозойских отложениях можно выделить 12 толщ, содержащих пласты песчаников, песков и гравелитов, обладающих достаточно хорошими коллекторскими свойствами, четыре из них залегают в палеогеновом комплексе и восемь — в неогеновом. В целом коллекторские свойства неогеновых отложений лучше, чем палеогеновых, при этом они ухудшаются с увеличением глубины их залегания [25].

С учетом выполненных исследований и обобщений были выбраны два наиболее вероятных коллектора: пласты терригенных крупнозернистых отложений собольковского и автаткульского горизонтов, для которых были построены прогнозные

схемы пористости резервуаров (рис. 3).

Выводы

Анализ палеогеографических реконструкций показывает, что формирование осадочного чехла Анадырского прогиба происходило преимущественно в мелководных обстановках осадконакопления, а глубины палеобассейнов не выходили за пределы внутреннего относительно мелководного шельфа.

В отложениях верхнего мела-палеогена в пределах Анадырского прогиба выделяются три основных компонента: терригенная, вулканогенная

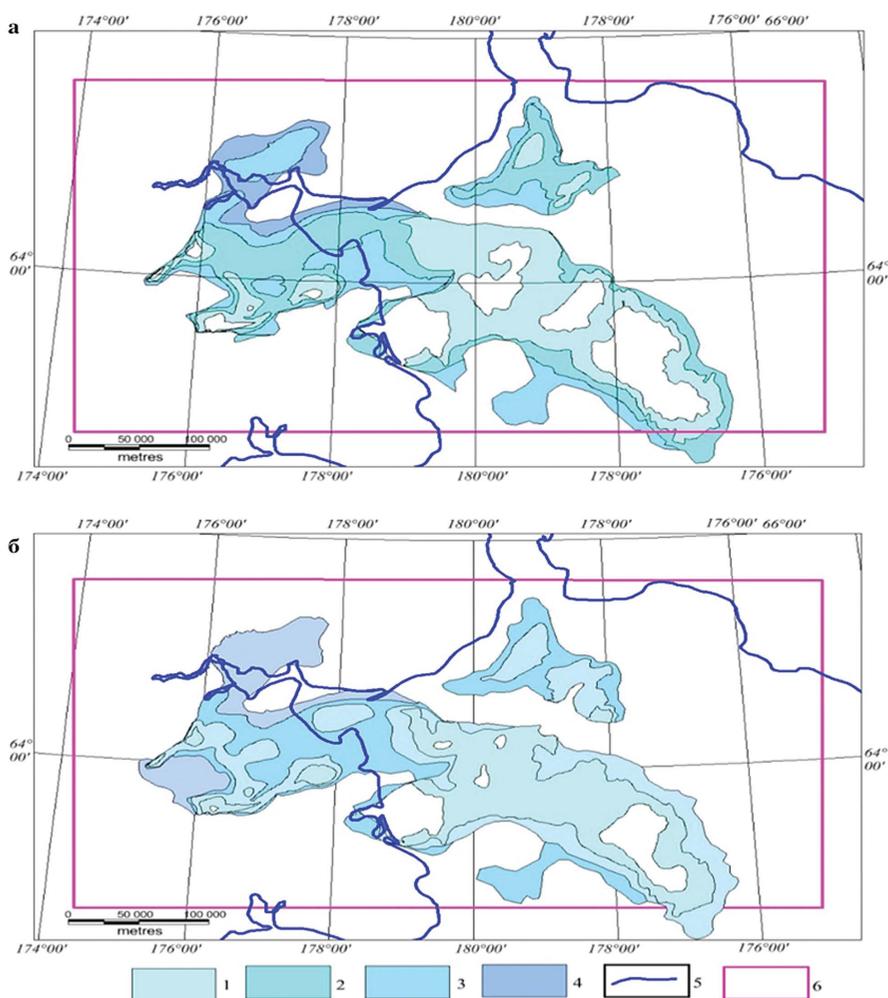


Рис. 3. Анадырский прогиб и прилегающие территории. Схемы пористости резервуаров: а — в нижнемиоценовых отложениях (собольковский горизонт), верхнемеловых-палеогеновых отложениях; б — в среднемиоценовых отложениях (автаткульский горизонт). 1—4 — пористость (%): 1 — 20—25; 2 — 25—30; 3 — 30—35; 4 — 35—40; 5 — береговая линия; 6 — район исследований

Fig. 3. Anadyr depression and adjacent territories. Reservoir porosity schemes: a — in the Lower Miocene deposits (Sobol'kovsky horizon); Upper Cretaceous-Paleogene deposits; b — in the Middle Miocene sediments (Avtakul'skiy horizon). 1—4 — porosity (%): 1 — 20—25; 2 — 25—30; 3 — 30—35; 4 — 35—40; 5 — coastline; 6 — research area

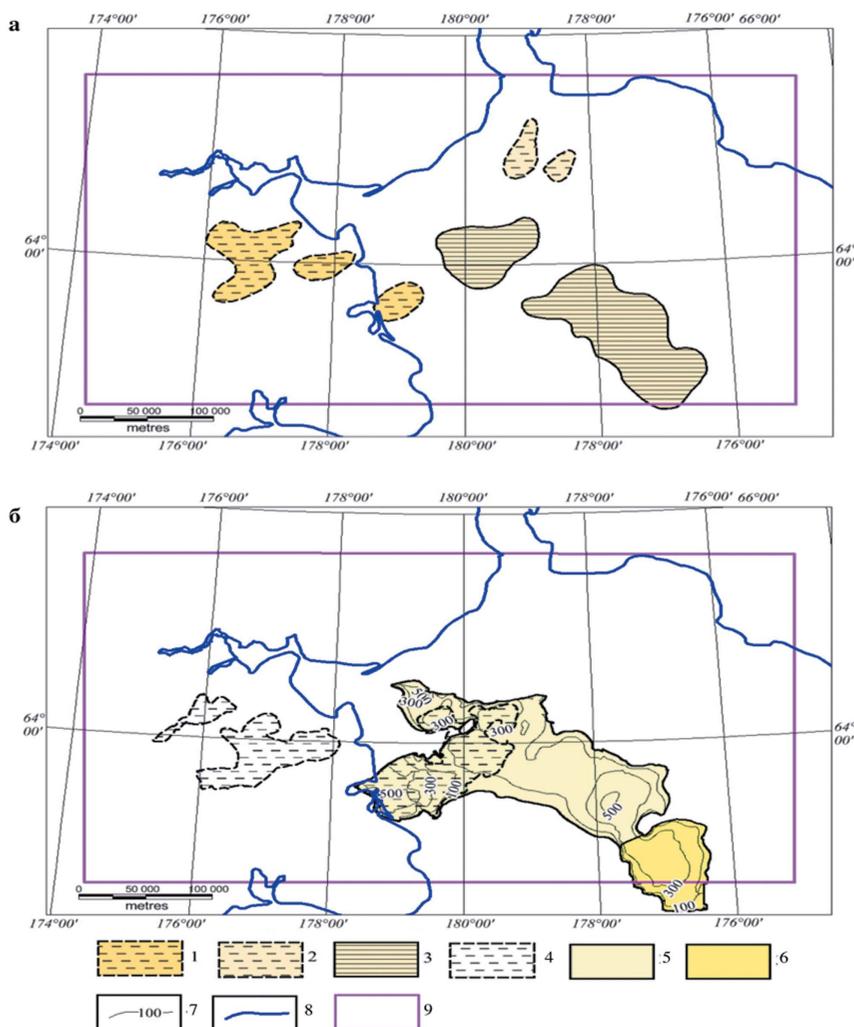


Рис. 4. Анадырский прогиб и прилегающие территории. Схема распространения флюидоупорных толщ: а — палеогена (майницкий горизонт); б — миоцена. 1 — невыдержанные по простиранию флюидоупоры нижней подсвиты майницкой свиты; 2 — невыдержанные по простиранию флюидоупоры верхней подсвиты майницкой свиты; 3 — выдержанные по простиранию флюидоупоры верхней подсвиты майницкой свиты; 4 — невыдержанные по простиранию терригенные флюидоупоры миоцена; 5, 6 — выдержанные по простиранию флюидоупоры опал-кristобалитового состава верхнего миоцена (5 — средние флюидоупорные свойства, 6 — хорошие флюидоупорные свойства); 7 — изопахиты толщи, содержащей флюидоупоры опал-кristобалитового состава; 8 — береговая линия; 9 — район исследования

Fig 4. Anadyr depression and adjacent territories. Scheme of distribution of fluid-tight strata: a — Paleogene (Mainitsky horizon); б — Miocene. 1 — seals of the lower subformation of the Mainitskaya Formation, unstable along the strike; 2 — fluid seals of the upper subformation of the Mainitskaya Formation, unstable along the strike; 3 — seals of the upper subformation of the Mainitskaya suite, sustained along the strike; 4 — terrigenous seals of the Miocene unstable along the strike; 5, 6 — persistent along strike fluid seals of the opal-cristobalite composition of the Upper Miocene (5 — medium fluid-resistant properties, 6 — good fluid-resistant properties); 7 — isopachs of a stratum containing seals of opal-cristobalite composition; 8 — coastline; 9 — study area

и биогенная (уголь) составляющие. Гранулометрическая размерность терригенной составляющей пород определяется обстановками осадконакопления — наблюдается тенденция уменьшения доли грубозернистых осадков с увеличением глубины палеобассейна. На этом фоне обособляются

области с повышенным содержанием углей и вулканитов в составе отложений.

С учетом выполненных исследований и обобщений были выбраны два наиболее вероятных коллектора: пласты терригенных крупнозернистых отложений собольковского

и автаткульского горизонтов. Отложения суши обладают более высокой пористостью по сравнению с морской частью исследуемого района. Так, в районе площадей Эчинская, Верхне-Эчинская, Верхне-Телекайская, Западно-Озерная и др. значения пористости близки к измеренным и изменяются от 15 до 35 %. Пористость в акваториальной части ниже — варьирует от 12 до 35 %. Преобладают значения 15—25 %.

Флюидоупорным комплексом в палеогене являются породы верхнего эоцена-олигоцена (майницкая свита). В акваториальной части

прогиба в качестве регионального флюидоне-проницаемого комплекса рассматривается трансгрессивно-регрессивная среднеэоцено-олигоценовая толща (аналог майницкого горизонта на суше). Наиболее вероятными покровками могут являться терригенные отложения майницкой свиты и отложения миоцена: терригенные в нижней части (глинистые прослои собольковского, автаткульского и телекайского горизонтов) и опал-кристобалитовые в верхней (туфодиамитовая толща телекайского горизонта) (рис. 4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Айелло И.В., Кристина Равело А. Эволюция морского осадконакопления в Беринговом море с плиоцена // Геосфера. 2012. Т. 8. № 6. С. 1231—1253.
2. Голубев В.М. Геология дна, геодинамика и нефтегазоносность Беринговоморского региона. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. СПб., 1997. С. 27.
3. Гулиев И.С., Мустаев Р.Н., Керимов В.Ю., Юдин М.Н. Дегазация Земли: масштабы и последствия // Горный журнал. 2018. № 11. С. 38—42.
4. Гулиев И.С., Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Бондарев А.В. Оценка генерационного потенциала сланцевых низкопроницаемых толщ (майкопская серия Кавказа) // Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКР. 2018. № 1. С. 4—20.
5. Гулиев И.С., Керимов В.Ю., Осипов А.В., Мустаев Р.Н. Генерация и аккумуляция углеводородов в условиях больших глубин земной коры // Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКР. 2017. № 1. С. 4—16.
6. Холл Р. Кайнозойская геологическая и тектоническая эволюция плит Юго-Восточной Азии и Юго-Западной части Тихого океана: компьютерные реконструкции, модели и анимация // Журнал азиатских наук о Земле. 2002. № 20. С. 353—431.
7. Керимов В.Ю., Осипов А.В., Мустаев Р.Н., Минлигалиева Л.И., Гусейнов А.А. Условия формирования и развития пустотного пространства на больших глубинах // Нефтяное хозяйство. 2019. № 4. С. 17—22.
8. Керимов В.Ю., Гордадзе Г.Н., Лapidус А.Л., Гируц М.В., Мустаев Р.Н., Мовсумзаде Э.М., Жагфаров Ф.Г., Захарченко М.В. Физико-химические свойства и генезис асфальтитов Оренбургской области // Химия твердого топлива. 2018. № 1. С. 59—67.
9. Керимов В.Ю., Бондарев А.В., Мустаев Р.Н. Оценка геологических рисков при поиске и разведке залежей углеводородов // Нефтяное хозяйство. 2017. № 8. С. 36—41.
10. Керимов В.Ю., Леонов М.Г., Осипов А.В., Мустаев Р.Н., Хай В.Н. Углеводороды в фундаменте шельфа Южно-Китайского моря (Вьетнам) и структурно-тектоническая модель их формирования // Геотектоника. 2019. № 1. С. 44—61.
11. Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Осипов А.В. Особенности генерации углеводородов на больших глубинах в коре // Доклады наук о Земле. 2018. № 483 (1). С. 1413—1417.
12. Керимов В.Ю., Гордадзе Г.Н., Мустаев Р.Н., Бондарев А.В. Условия формирования углеводородных систем Сахалинского шельфа Охотского моря на основе геохимических исследований и моделирования // Восточный журнал химии. 2018. № 34 (2). С. 934—947.
13. Лapidус А.Л., Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Мовсумзаде Э.М., Салихова И.М., Жагфаров Ф.Г. Природные битумы — физико-химические свойства и технологии добычи // Химия твердого топлива. 2018. № 6. С. 4—15.
14. Лapidус А.Л., Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Мовсумзаде Э.М., Захарченко М.В. Майкопские керогенные сланцевые толщи Кавказа: генеративный потенциал // Горючие сланцы. 2018. № 35 (2). С. 113—127.
15. Ли М., Стасюк Л., Максвелл Р., Монье Ф. Геохимические и петрологические данные о третичных наземных и меловых морских потенциальных нефтематеринских породах на западной окраине побережья Камчатки, Россия // Органическая геохимия. 2006. Т. 37 (3). С. 304—320.
16. Маклин Х. Обзор нефтяной геологии Анадыря и Хатырского бассейна. СССР // Вестник ААПГ. 1979. Т. 67. С. 1467—1477.
17. Мустаев Р.Н., Хай В.Н., Керимов В.Ю., Леонова Е.А. Генерация и условия образования залежей углеводородов в бассейне Кюлонг по результатам моделирования углеводородных систем // 17-я научно-практическая конференции по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа. Геомодель. 2015. С. 212—216.
18. Мустаев Р.Н., Керимов В.Ю., Шилов Г.Я., Дмитриевский С.С. Моделирование термобарических условий формирования сланцевых скоплений углеводородов в низкопроницаемых коллекторах хадумской формации Предкавказья // 18-я научно-практическая конференции по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа. Геомодель. 2016. № 12.

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

19. Мустаев Р.Н., Захарченко М.В., Керимова Л.И., Салихова И.М. Химическая структура керогена сланцевых формаций (на примере сланцевых формаций Восточно-Европейской платформы) // Восточный журнал химии. 2018. № 34 (5). С. 2317—2324.
20. Мустаев Р.Н. Геохимические условия образования нефти и газа в Южно-Каспийском бассейне по результатам изучения грязевого вулкана // Восточный журнал химии. 2017. № 33 (4). С. 2036—2044.
21. Огури К., Харада Н., Тадаи О. Избыточные концентрации РВ и СS, темпы массового накопления и осадочные процессы на континентальном шельфе Берингова моря // Глубоководные исследования Часть II: Актуальные исследования в океанографии. 2012. Т. 61—64. С. 193—204.
22. Савицкий А.В., Грецкая Е.В., Рыбак-Франко Ю.В., Соловьев А.В. Перспективы геологоразведочных работ в глубоководных осадочных бассейнах Берингова моря и Тихого океана // Геология нефти и газа. 2016. № 5. С. 58—66.
23. Шенк О., Магун Л.Б., Берд К.Дж., Петерс К.Э. Моделирование нефтяных систем Северной Аляски: новые горизонты в исследованиях и применениях // AAPG Hedberg. 2012. № 4. С. 317—338.
24. Такаши К. Берингово море и палеоокеанография // Глубоководные исследования. Часть II: Актуальные исследования в океанографии. 2005. Т. 52. № 16—18. С. 2080—2091.
25. Тёрнер Ф., Мартин К., Флетт О., Стеффи А. Геологический отчет для зоны планирования бассейна «Наварин», Берингово море, Аляска, Служба управления полезными ископаемыми США // Отчет OCS MMS 85-0045. С. 156.

REFERENCES

1. Aiello I.W., Christina Ravelo A. Evolution of marine sedimentation in the Bering Sea since the Pliocene // Geosphere. 2012. Т. 8. № 6. P. 1231—1253.
2. Golubev V.M. Bottom geology, geodynamics and oil and gas potential of the Bering Sea region. Abstract of the dissertation of cand. geol.-min. sciences. St. Petersburg, 1997. P. 27.
3. Guliev, I.S., Mustaeв, R.N., Kerimov, V.Y., Yudin, M.N. Degassing of the earth: Scale and implications // Gornyi Zhurnal. 2018. № 11. P. 38—42.
4. Guliyev, I.S., Kerimov, V.Y., Mustaeв, R.N., Bondarev, A.V. The Estimation of the Generation Potential of the Low Permeable Shale Strata of the Maikop Caucasian Series // SOCAR Proceedings. 2018. № 1. P. 4—20.
5. Guliyev, I.S., Kerimov, V.Y., Osipov, A.V., Mustaeв, R.N. Generation and accumulation of hydrocarbons at great depths under the earth's crust // SOCAR Proceedings. 2017. № 1. P. 4—16.
6. Hall R. Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and SW Pacific: computer-based reconstructions, model and animations // Journal of Asian Earth Sciences. 2002. № 20. P. 353—431.
7. Kerimov, V., Osipov, A.V., Mustaeв, R.N., Minligalievа, L.I., Huseynov, D.A. Conditions of formation and development of the void space at great depths // Oil Industry. 2019, № 4. P. 22—27.
8. Kerimov, V.Yu., Gordadze, G.N., Lapidus, A.L., Giruts, M.V., Mustaeв, R.N., Movsumzade, E.M., Zhagfarov, F.G., Zakharchenko, M.V. Physicochemical Properties and Genesis of the Asphaltites of Orenburg Oblast // Solid Fuel Chemistry. 2018. № 1. P. 59—67.
9. Kerimov, V.Yu., Bondarev, A.V., Mustaeв, R.N. Estimation of geological risks in searching and exploration of hydrocarbon deposits // Oil Industry, 2017. № 8. P. 36—41.
10. Kerimov, V.Yu., Leonov, M.G., Osipov, A.V., Mustaeв, R.N., Hai, V.N. Hydrocarbons in the Basement of the South China Sea (Vietnam) Shelf and Structural-Tectonic Model of their Formation // Geotectonics. 2019. № 53 (1). P. 42—59.
11. Kerimov, V.Yu., Mustaeв, R.N., Osipov, A.V. Peculiarities of Hydrocarbon Generation at Great Depths in the Crust // Geosciences Reports. 2018. № 483 (1). P. 1413—1417.
12. Kerimov, V.Yu., Gordadze, G.N., Mustaeв, R.N., Bondarev, A.V. Formation conditions of hydrocarbon systems on the Sakhalin shelf of the sea of Okhotsk based on the geochemical studies and modeling // Oriental Journal of Chemistry. 2018. № 34 (2). P. 934—947.
13. Lapidus, A.L., Kerimov, V.Yu., Mustaeв, R.N., Movsumzade, E.M., Salikhova, I.M., Zhagfarov, F.G. Natural Bitumens: Physicochemical Properties and Production Technologies // Solid Fuel Chemistry. № 52 (6). P. 344—355.
14. Lapidus, A.L., Kerimov, V.Yu., Mustaeв, R.N., Movsumzade, E.M., Zakharchenko, M.V. Caucasus Maykopian kerogenous shale sequences: Generative potential // Oil Shale. 2018. № 35 (2). P. 113—127.
15. Li M., Stasiuk L., Maxwell R., Monnier F. Geochemical and petrological evidence for Tertiary terrestrial and Cretaceous marine potential petroleum source rocks in the western Kamchatka coastal margin, Russia // Organic Geochemistry. 2006. Vol. 37 (3). P. 304—320.
16. McLean H. Review of petroleum geology of Anadyr and Khatyrka basin. USSR // AAPG Bulletin. 1979. Vol. 67. P. 1467—1477.
17. Mustaeв R.N., Hai W.N., Kerimov V.Yu., Leonova E.A. Generation and Conditions Formation of Hydrocarbon Deposits in Kyulong Basin by Simulation Results Hydrocarbon Systems // Geomodel 2015 — 17th Scientific-Practical Conference on Oil and Gas Geological Exploration and Development. P. 212—216.
18. Mustaeв R.N., Kerimov V.Yu., Shilov G.Ya., Dmitrievsky S.S. Modeling of thermobaric conditions formation of the shale hydrocarbon accumulations in low-permeability reservoirs khadum formation Ciscaucasia // Geomodel 2016 — 18th Science and Applied Research Conference on Oil and Gas Geological Exploration and Development. № 12.

19. Mustaev R.N., Zakharchenko M.V., Kerimova L.I., Salihova I.M. Chemical structure of kerogen of shale formations (By the Example of the Shale Formations of the East European Platform) // *Oriental Journal of Chemistry*. 2018. № 34 (5). P. 2317—2324.
20. Mustaev R.N. Geochemical environment of oil and gas occurrences in the South-Caspian basin based on the results of the study of Mud Volcano Ejecta // *Oriental Journal of Chemistry*. 2017. № 33 (4). P. 2036—2044.
21. Oguri K., Harada N., Tadaï O. Excess PB and CS concentrations, mass accumulation rates, and sedimentary processes on the Bering Sea continental shelf // *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2012. Vol. 61—64. P. 193—204.
22. Savickiy A.V., Greckaya E.V., Rybak-Franko Yu.V., Solov'yov A.V. Prospects for geological exploration in deep-water sedimentary basins of the Bering Sea and the Pacific Ocean // *Geology of Oil and Gas*. 2016. No. 5. P. 58-66.
23. Shenk O., Magoon L.B., Bird K.J., Peters K.E. Petroleum system modeling of northern Alaska / In book: K.E. Peters, D.J. Curry, M. Kacwicz (eds.) *Basin Modeling: New Horizons in Research and Applications* // AAPG Series. № 4. P. 317—338.
24. Takashi K. The Bering Sea and paleoceanography // *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2005. Vol. 52. № 16—18. P. 2080—2091.
25. Turner F., Martin C., Flett O., Steffy A. Geologic Report for the Navarin Basin Planning Area, Bering Sea, Alaska, United States Minerals Management Service // OCS Report MMS 85-0045. 156 p.

ВКЛАД АВТОРА / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Гурянов С.А. — разработал концепцию статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Sanan A. Guryanov — made the concept of the article, prepared the text of the article, approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Гурянов Санан Агилович — ассистент кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов, ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».

23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия

e-mail: guryanov_1996@inbox.ru

тел.: +7 (903) 187-88-88

SPIN-код: 1663-2705

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1833-8320>

Sanan A. Guryanov — assistant of the Department of Geology and exploration of hydrocarbon deposits, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting.

23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia

e-mail: guryanov_1996@inbox.ru

tel.: +7 (903) 187-88-88

SPIN: 1663-2705

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1833-8320>