

Б. И. Ким, Д. С. Яшин, О. И. Супруненко, Н. К. Евдокимова, В. В. Верба, Л. Я. Харитонова

ФУНДАМЕНТ И ОСАДОЧНЫЙ ЧЕХОЛ ШЕЛЬФОВ ВОСТОЧНО-АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ

Восточно-Арктический шельф России характеризуется неравномерной сейсмогеологической изученностью, наиболее слабой на шельфе Восточно-Сибирского моря. Выполненный за последние 15 лет отечественными и зарубежными организациями на нем значительный объем сейсмических работ, анализ их результатов и геологическая интерпретация дали возможность на качественно новом уровне уточнить районирование фундамента и оценить стратиграфический диапазон чехла. Важность решения этих вопросов связана с нефтегеологическим районированием Восточно-Арктического шельфа России и оценкой перспектив его нефтегазоносности.

Тектоническое районирование фундамента. Известные геологические данные по островному и материковому обрамлениям, анализ разрезов сейсмогеологических профилей и районирование потенциальных полей позволяют выделить в пределах шельфов области с различным возрастом консолидации основания. Ниже лишь коротко остановимся на результатах этого районирования. Наиболее подробно оно было рассмотрено нами в работе [1].

Шельф моря Лаптевых. На востоке шельфа выделяются позднемеридианские складчатые системы: миогосинклинальные – Верхояно-Колымская и Новосибирско-Чукотская и разделяющая их – эвгосинклинальная Раучуано-Олойская. В геологической литературе последняя иногда называется Южно-Анхойской. Эти системы обтекают срединные массивы: Шелонский – на юге и Котельнический – на севере и продолжают на шельфе Восточно-Сибирского моря.

В западной и центральной частях шельфа выделяется гренвильская складчатая система (Сибирская) северо-западного простирания. Она представляет акваториальное продолжение Сибирской платформы и отделена от позднемеридианских систем на востоке Лазаревским региональным разломом. Новые опубликованные данные по геотектоническому районированию погребенной части фундамента Северо-Азиатского кратона [2] указывают, что в губу Буор-Хая выходит Лено-Алданский позднепротерозойский орогенный пояс северо-западного простирания. Восточная граница этого пояса на шельфе продолжается Лазаревским разломом, к западу от которого резко возрастает мощность осадочного чехла и увеличивается его стратиграфический диапазон (верхний рифей – кайнозой). Пробуренная на побережье (непосредственно перед шельфом) Усть-Оленёкская скважина, впервые вскрывшая в забое верхнерифейские терригенные отложения [3], также позволяет предполагать на шельфе фундамент гренвильской консолидации. Веским доказательством его существования в центральной части шельфа послужили результаты анализа двух пересекающихся профилей ВГР 97-01 и МАГЭ 86707-2. Было установлено, что в 8 км западнее Лазаревского разлома ниже горизонта LS1 (подошва апт-кайнозойского чехла на востоке шельфа) прослеживаются несколько региональных рефлекторов, а три основные горизонта (включая кровлю древнего фундамента) выделяются на одних и тех же временах [1].

В северо-западной части шельфа выходит раннемеридианская (Южно-Таймырская) складчатая система северо-восточного простирания, примыкающая к Таймыру и обрывающаяся бровкой шельфа. Южную, прибрежную зону шельфа занимает узкая западная ветвь Верхояно-Колымской системы, представляющая авлакоген в теле Сибирской платформы.

Шельф Восточно-Сибирского моря. На юге шельфа, обрамляя о-ва Анжу, выделяется позднемеридианская (Новосибирско-Чукотская) складчатая система. Ее северная граница начинается в 220 км к северу от Земли Бунге и плавно спускается к восточной оконечности о-ва Новая Сибирь, уходя на юго-восток, где в 190 км к северу от мыса Шелагского изменяет свое направление на северо-восточное, продолжаясь в пределы Чукотского шельфа. К северу от этой границы (вплоть до бровки шельфа) располагается область развития каледонской складчатой системы, включающей о-ва Де-Лонга. Здесь ордовикский возраст (440–450 млн лет) вулканогенного комплекса о-ва Генриетты определен радиоизотопным методом. Осадочные же формации о-ва Беннетта, по-видимому, подстилаются кристаллическим фундаментом, т. е. в области каледонской консолидации существуют участки древней континентальной коры.

Шельф Чукотского моря. Южную часть шельфа вместе с островами Врангеля и Геральда занимает позднемеридианская (Новосибирско-Чукотская) складчатая система. Ее северная граница на шельфе располагается в 100 км севернее о-ва Врангеля и пологой дугой опускается к мысу Лисберн на Аляске. Севернее она сменяется областью, имеющей каледонский возраст консолидации складчатого основания. На крайнем севере шельфа (вплоть до бровки) развита небольшая область, относящаяся по возрасту к докембрийскому (байкальскому) фундаменту. Этому не противоречат данные по геологии хребта Нортвинд – аваншельфового поднятия, примыкающего к Чукотскому шельфу с севера [4].

Осадочный чехол. Результаты районирования фундамента определили стратиграфический диапазон осадочного чехла в пределах шельфов Восточно-Арктических морей, а представления о его строении базируются на результатах интерпретации сейсмических работ МОВ ОГТ, разрезов скважин на побережье и геологических данных

по островному и материковому обрамлениям, позволяющих прогнозировать литологический состав и возраст отложений. Одновременно с этим современные седиментационные бассейны рассматриваемых морей в качестве единого структурного этажа вмещают отложения апт-кайнозоя, получивших название бассейнового комплекса, который представляет полный объем чехла в областях развития позднекеммерийского фундамента.

В областях с более древним фундаментом такой комплекс подстилается промежуточным (или параплатформенным) структурным этажом. Между этажами нет угловых несогласий, фиксируется лишь смещение в плане оси прогиба бассейнового комплекса относительно подошвы чехла, не нарушающего единства структурного плана.

На большей части Лаптевского шельфа, а также в пределах Анисинского прогиба, наложенного на Котельнический срединный массив, полный объем промежуточного этажа может достигать интервала от рифея до нижнего мела (неоком). Промежуточный этаж здесь состоит из терригенно-карбонатного, мощностью от 1–2 до 3–3,5 км рифейско-вендского сейсмостратиграфического комплекса (ССК), кембрийско-нижнекаменноугольного ССК (карбонатного, мощностью от 1,5 до 5,6 км) и нижнекаменноугольного (визе)-нижнемелового ССК (терригенного, мощностью от 0,5 до 4,5 км). Все ССК разделяются отражающими горизонтами на подкомплексы, а их максимальные мощности отмечаются в Усть-Ленском грабене, Омолойском и Южно-Лаптевском прогибах.

В области развития раннекеммерийского фундамента, примыкающего к Таймыру, чехол состоит из отложений юры-кайнозоя мощностью не более 1,5 км. На востоке шельфа он сложен отложениями апт-кайнозоя, достигающими мощности 4,5–5,5 км. Этот бассейновый комплекс разделяется на три подкомплекса (апт-палеогеновый, миоценовый и плиоцен-четвертичный), последний из которых является покровным и практически не затронут разрывными дислокациями.

На шельфе Восточно-Сибирского моря в области развития каледонид промежуточный структурный этаж представлен среднекаменноугольно-нижнемеловым ССК (терригенным по составу) и наращивается бассейновым комплексом (K_{1a}–K_z). Максимальная мощность осадочного чехла достигает в Новосибирском прогибе 12 км. Участие верхнепалеозойских и мезозойских отложений в разрезе установлено по результатам работ [5–7]. В центральной части прогиба на ряде сейсмических профилей (BGR 94-06, 12, 19 и др.) ниже горизонта ESS1 (подошва чехла) уверенно выделяются сейсмолиты с пластовыми скоростями от 3,4 до 4,2; 4,7 и 5,1 км/с [6, 8], указывая, что стратиграфический объем чехла не ограничивается верхним мелом-кайнозоем. С. С. Драчев и др. [5] предполагают присутствие в Новосибирском прогибе элсмирского комплекса отложений в полном объеме (D₃–K_{1n}) по аналогии с Северо-Чукотской впадиной. Слабая сейсмическая изученность не позволяет однозначно решить этот вопрос. Ранее Д. В. Лазуркиным и А. В. Павловым [9] высказывалось предположение о присутствии в чехле прогиба паралатформенного комплекса отложений, соответствующих «рифейско-раннемеловому структурному этажу». По нашему мнению, рифейско-силурийские отложения этого комплекса входят в состав каледонского фундамента.

В южной части шельфа (с позднекеммерийским фундаментом) объем чехла не выходит за рамки апт-кайнозоя, а его максимальная мощность не превышает 4 км, редко 5.

В пределах южной части шельфа Чукотского моря, куда продолжается с запада область с позднекеммерийским фундаментом, повсеместно развит апт-кайнозойский бассейновый комплекс, достигающий максимальной мощности 8 км во впадине Хоуп Южно-Чукотского прогиба.

Севернее, в границах области с каледонским временем консолидации складчатого основания, мощность чехла резко возрастает до 22 км (Северо-Чукотская впадина прогиба Вилькицкого). Здесь бассейновый комплекс, на Аляске называемый брукским, захватывает отложения баррема (K_{1br}–K_z) и мощность его достигает 15 км. Причем на долю баррем-альбских отложений приходится не менее 10 км мощности, что указывает на лавинный характер седиментации со скоростями осадконакопления до 400 м/млн лет.

Промежуточный структурный этаж представлен здесь терригенными отложениями элсмирского комплекса (D₃–K_{1g}) мощностью 7–8 км. По времени образования он почти синхронен верхнепалеозойско-мезозойскому ССК, выделяемому в разрезе чехла шельфов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. На крайнем севере шельфа выделяется область, имеющая байкальский возраст фундамента, который, по данным магниторазведки, на своде поднятия располагается на глубинах 2–3 км. Он перекрыт верхнебрукскими отложениями (K₂–K_z), мощность которых постепенно увеличивается к югу и северу от поднятия.

Результаты районирования фундамента и различный стратиграфический диапазон осадочного чехла в пределах Восточно-Арктического шельфа России позволяют выделить несколько крупных отрицательных и положительных структур, исключительно перспективных в нефтегазоносном отношении. К ним по комплексу критериев (структурных, литологических, органо-геохимических и др.) относятся: на Лаптевском шельфе – Южно-Лаптевский и Омолойский прогибы с мощностью осадков до 10–11 км, вал Минина и Трофимовское поднятие; на шельфе Восточно-Сибирского моря – Новосибирский прогиб с мощностью осадков до 10–12; в северной части Восточно-Сибирского и Чукотского морей – крупнейший окраинно-шельфовый прогиб Вилькицкого с мощностью осадков от 13 до 20 км. На шельфе Чукотского моря – это Южно-Чукотский прогиб с мощностью осадков до 8 км, который рассматривается как перспективная газоносная структура.

Summary

Kim B. I., Yashin D. S., Suprunenko O. I., Evdokimova N. K., Verba V. V., Kharitonova L. Y. The basement and sedimentary cover of the East Arctic sea shelf.

The zoning of the basement of the East Arctic sea shelf of Russia has been carried out and areas with different age of base consolidation – Grenville, Caledonian, Early- and Late-Kimmerian – is marked out. The stratigraphic range of the sedimentary cover within the limits of these areas (correspondingly: Riphean-Ceinozoic, Middle Devonian – Ceinozoic, Jurassic-Ceinozoic and Aptian-Ceinozoic) is defined. The cover consists of two complexes – basin Aptian-Ceinozoic and intermediate para-platformian. The evaluation of the most prospective oil and gas structures of the East-Arctic shelf of Russia is given.

Литература

1. *Геология и полезные ископаемые России. Т. 5: Арктические и дальневосточные моря. Кн. 1: Арктические моря / Ред. И. С. Грамберг, В. Л. Иванов, Ю. Е. Погребницкий. СПб., 2004.*
2. *Смелов А. П., Ковач В. П., Габышев В. Д. и др. Тектоническое строение и возраст фундамента восточной части Северо-Азиатского кратона // Отеч. геология. 1998. № 6.*
3. *Граусман В. В. Геологический разрез Усть-Оленёкской скважины 2370 (инт. 3605–2700 м). // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 14, № 4.*
4. *Grantz A., Clarc D. L., Phillips R. L., Srivastava S. P. Phanerozoic stratigraphy of Northwind ridge, magnetic anomalies in the Canada Basin and geometry and timing of rifting in the Amerasia Basin, Arctic Ocean // GSA Bull. 1998. Vol. 110, N 6.*
5. *Драчев С. С., Елистратов А. В., Савостин Л. А. Структура и сейсмостратиграфия шельфа Восточно-Сибирского моря вдоль сейсмического профиля «Индибирский залив – остров Жаннетты» // Докл. РАН. 2001. Т. 377, № 4.*
6. *End Bericht uber die arbeiten der BGR zum projekt Lapseis: Untersuchungen zur Neotektonik in der Laptev-See, Ostsibirischen See und auf dem angrenzenden NE-Sibirischen Festland mit seismologischen Breitbanddaten. Hanover, 1999. N 03G0529A.*
7. *Roeser A. A., BBlock M., Hinz K, Reichert C. Marine geophysical investigations in the Laptev Sea and the western part of the east Siberian Sea // Berichte zur Polarforschung. 1995. Bd 176.*
8. *Franke D., Hinz K., Reichert C. Geology of the Siberian Sea, Russian Arctic, from seismic images: Structures, evolution and implication for the evolution of the Arctic Ocean Basin // Geophys. Res. 2004. Vol. 109, N B07106.*
9. *Лазуркин Д. В., Павлов А. В. Перспективы нефтегазоносности Восточно-Арктического шельфа России (моря Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское) // Геология и полезные ископаемые шельфов России / Гл. ред. М. Н. Алексеев. М., 2002.*

Статья поступила в редакцию 10 июня 2006 г.