



УДК 553.98 (265)

ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В ГЛУБОКОВОДНЫХ ОСАДОЧНЫХ БАСЕЙНАХ БЕРИНГОВА МОРЯ И ТИХОГО ОКЕАНА

А.В.Савицкий, Е.В.Грекая, Ю.В.Рыбак-Франко, А.В.Соловьев (ОАО «Дальморнефтегеофизика»)

Активное изучение и эксплуатация глубоководных месторождений начались в 70-е гг. XX в. Самое глубоководное месторождение открыто в Бенгальском заливе. Строение продуктивных комплексов месторождений зависит от геологического строения материковой окраины. Кайнозойские отложения часто представлены литофациями континентального склона (ископаемые каналы, промоины, конусы выноса, турбидитные отложения, оползневые комплексы). В данной статье рассмотрены особенности геологического строения склоново-глубоководных осадочных бассейнов Берингова моря, Тихого океана и их нефтегазоносность.

Ключевые слова: акватория; сейсморазведка; осадочный бассейн; континентально-шельфовый; склоново-глубоководный; стратиграфия; сейсмокомплекс; скважина; нефтегазоносность; шельф; геолого-разведочные работы.

Устойчивое развитие экономики и социальной сферы Дальневосточного федерального округа, отвечающее стратегическим интересам России в Тихоокеанско-Азиатском регионе, невозможно без дальнейшего планомерного изучения акваторий РФ для познания геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности.

Изученность

В истории изучения дальневосточных акваторий выделяется несколько этапов, определяемых уровнем используемых геофизических технологий и источников финансирования. В настоящее время наиболее изучено Охотское море, на Сахалинском шельфе которого в рамках проектов «Сахалин-1», «Сахалин-2» и «Сахалин-3» ведется добыча нефти и газа.

В Беринговом море усилиями недропользователей относительно хорошо изучен Анадырский шельф (рис. 1), где пробурена единственная в регионе глубоководная скважина Центральная-1 [1]. В пределах Хатырского участка шельфа и континентального склона комплексные геофизические съемки в 1970-1980 гг. проводились организациями НПО «Севморгео». ОАО «Дальморнефтегеофизика» (ДМНГ) два региональных объекта обработаны в 1988 г. (МОВ ОГТ 24-48*, гравимагнитометрия) и один — в 2007 г. (МОВ ОГТ 120*, гравимагнитометрия), средняя плотность сети сейсмопрофилей составляет 0,3 км/км². По материалам высокоинформативной сейсморазведки уточнено строение Хатырского осадочного бассейна (ОБ), оценена мощность осадочного чехла и отдельных сейсмокомплексов, выделены локальные объекты [2].

Слабо изученной в настоящее время остается подводная окраина Восточной Камчатки, и практически не изучен Командорский осадочный бассейн. В разные годы научными и производственными организациями здесь проводились комплексные геолого-геофизические исследования (сейсморазведка МОВ НСП, единичные профили МОВ ОГТ 12-24*, гравимагниторазведка, измерения теплового потока, драгирование) [3], по материалам которых были сформированы представления о строении осадочного чехла региона и истории его геологического развития. В рамках проекта Глубоководного бурения в российской части Берингова моря и Тихого океана в 1971 г. пробурено четыре скважины (см. рис. 1). Однако необходимо отметить, что сейсмические данные, полученные предшественниками, могут быть частично использованы только для изучения верхней части осадочного чехла.

В 2003 и 2012 гг. по государственным контрактам ДМНГ выполнила сейсморазведку МОВ ОГТ (90 и 108* общим объемом 7244 км), аэрогравимагнитометрию и гравимагнитометрию в Ильпинском, Олюторском и частично Командорском осадочных бассейнах, средняя плотность сети сейсмопрофилей составила 0,14 км/км² (рис. 2). В 2013 г. несколькими профилями изучены Берингоморский шельф и склон Восточной Камчатки. Данные исследования позволили оценить ресурсный потенциал Ильпинского и Олюторского осадочных бассейнов и значительно изменили представления о строении Командорской котловины, мощность осадочного чехла в которой ранее оценивалась в 1,5-2,0 км одними исследователями, до 4,5 км другими. Сейсморазведочными работами 2012 г. в склоновой части котловины

были установлены прогибы, мощность осадочного чехла в которых достигает 8,5 км, а полифациальные условия формирования отложений позволяют прогнозировать распространение в чехле нефтематеринских пород и коллекторских горизонтов. Регистрация на сейсмических разрезах границ BSR (Bottom Simulating Reflector – подошвы газогидратов) и аномалии типа «газовая труба» свидетельствуют об активных процессах газообразования в осадочном чехле котловины. Наземная часть Ильпинского и Олюторского осадочных бассейнов бурением практически не изучена. В 1974-1977 гг. в Ильпинском бассейне пробурена структурно-параметрическая скв. Гековская глубиной 1232 м, а в 2012 г. – параметрическая скв. Лигинмынская-1 (см. рис. 2). Скв. Лигинмынская-1 закончена бурением на глубине 3000,5 м, испытано 8 объектов, выделенных по данным ГИС [4]. Залежи УВ не обнаружены.

В 2013 г. ДМНГ впервые в Тихоокеанском секторе Восточной Камчатки выполнила сейсморазведку МОВ ОГТ 108* (3069,8 км) и гравимагнитометрию, плотность сети сейсмопрофилей составила 0,08 км/км², что является явно недостаточным для завершения регионального этапа геолого-разведочных работ (см. рис. 2). Эти исследования осветили геологическое строение не только шельфа Камчатки, но и континентального склона, в пределах которого выделен склоново-глубоководный Прикамчатско-Тихоокеанский осадочный бассейн, мощность осадочного чехла в котором достигает 8,3 км.

В 2014 г. в наземной части Тюшевского прогиба завершено бурение параметрической скв. Усть-Камчатская-1. Разрез, вскрытый скважиной, характеризуется высокими фильтрационно-емкостными свойствами. Общая мощность коллекторов составляет 500 м, из них 350 м находится в интервале 2400-3530 м. По данным ГИС преимущественно в палеоцен-нижнеэоценовых отложениях выбрано 12 объектов под испытание [5].

Тюшевский прогиб был одним из первых нефтепоисковых объектов Камчатки. Свидетельствами процесса нефтегазообразования в отложениях прогиба являются многочисленные нефтегазопроявления в скважинах и естественные выходы нефти и газа на поверхность. В

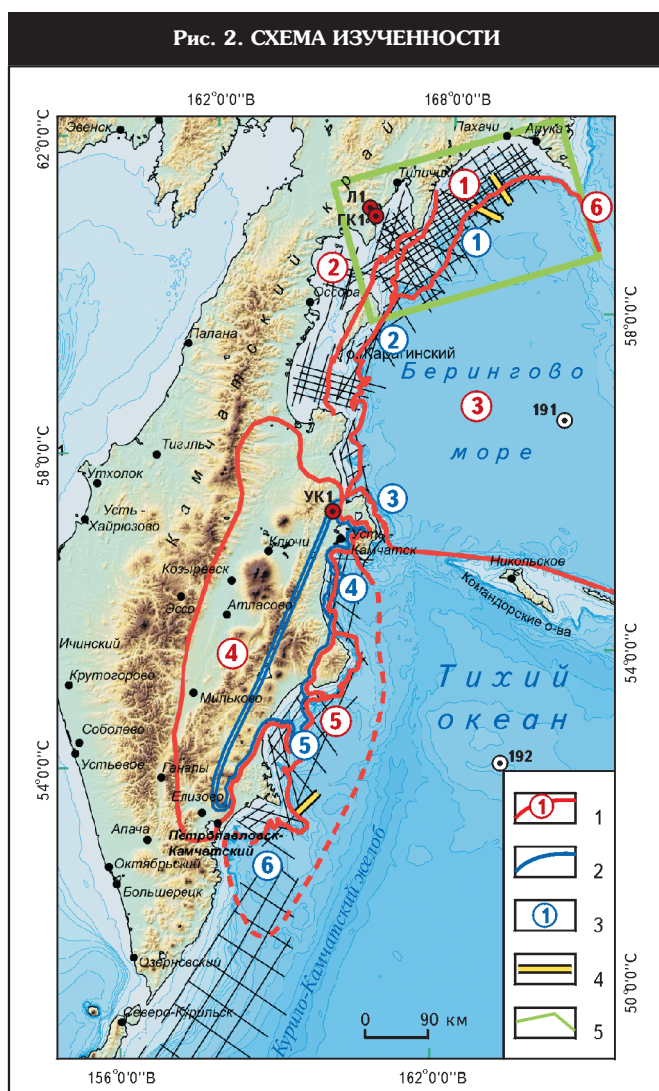
Рис. 1. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ В БЕРИНГОВОМ МОРЕ И ТИХОМ ОКЕАНЕ



1 – граница осадочного бассейна: 1 – Ильпинский, 2 – Олюторский, 3 – Восточно-Камчатский, 4 – Прикамчатско-Тихоокеанский; 2 – планируемые объекты геолого-разведочных работ; скважины: 3 – на суше: (Л1 – Лигинмынская-1, ГК1 – Гековская-1, УК1 – Усть-Камчатская-1, 4 – по проекту DSDP; 5 – граница РФ

1941-1966 гг. на 5 структурах и площадях Кроноцкого района пробурены 1 параметрическая (1400 м), 4 поисково-разведочных (8023 м) и 200 структурных (111554 м) скважин [6], однако месторождения нефти обнаружены не были. Изученные нефти Тюшевского прогиба различаются по физико-химическим параметрам [7] и степени зрелости, которая в целом выше, чем у нефтей Северо-Сахалинского бассейна и Колпаковского прогиба Камчатки [8]. Помимо разбуренных и детально изученных площадей Кроноцкого района, при проведении стратиграфических и геолого-съёмочных работ выходы нефти и горючего газа, свидетельствующие о возможной нефтегазоносности отложений прогиба, обнаружены на реках Халница, Тарховая, Кедровая, Дроздовская, Третья, Четвертая, Малая Чажма, Ракитинская, Волчья, Верхний Стан и оз. Красиковское [9, 10].

В 2014-2015 гг. ДМНГ проведены первые региональные геофизические исследования (МОВ ОГТ 108, магнитогравиметрия) на акватории северной части Куриль-



Граница: 1 – осадочного бассейна: 1 – Олюторский; 2 – Ильпинский, 3 – Командорский, 4 – Восточно-Камчатский, 5 – Прикамчатско-Тихоокеанский, 2 – Тюшевского прогиба; 3 – прогибы: 1 – Олюторско-Командорский, 2 – Карагинско-Командорский, 3 – Прикамчатско-Командорский, 4 – Андриановский, 5 – Кроноцкий, 6 – Авачинский; 4 – разрезы, рассмотренные в статье; 5 – участок работ; остальные усл. обозначения см. на рис. 1

ских островов и южной оконечности Камчатки в Тихом океане объемом 4300 км (см. рис. 2). Полученные данные к настоящему времени не обработаны.

По результатам интерпретации геофизических материалов для бассейнов Берингова моря и Тихого океана разработаны сейсмостратиграфические схемы кайнозойских отложений, составлен календарь геологических событий, выполнен анализ возможных нефтегазовых систем, оценены ресурсы, предложены изменения в нефтегеологическое районирование региона. Авторы статьи, учитывая мировую тенденцию активного изучения глубоководных объектов, считают важным

охарактеризовать частично изученные склоново-глубоководные Командорский и Прикамчатско-Тихоокеанский осадочный бассейн и показать новые возможные нефтегазопоисковые объекты. Особенностью строения этих бассейнов является наличие склоново-глубоководных прогибов, толщина осадочного чехла в которых превышает 7,5-8,5 км, и абиссальной части. В Северном Ледовитом океане выделяют бассейны континентального склона [12], в которых подножие склона в отдельных местах покрыто достаточно мощным фэновым комплексом. Границу между склоново-глубоководными и континентально-шельфовыми осадочными бассейнами предложено проводить по разломно-флексурной зоне, определяющей зону континентального склона.

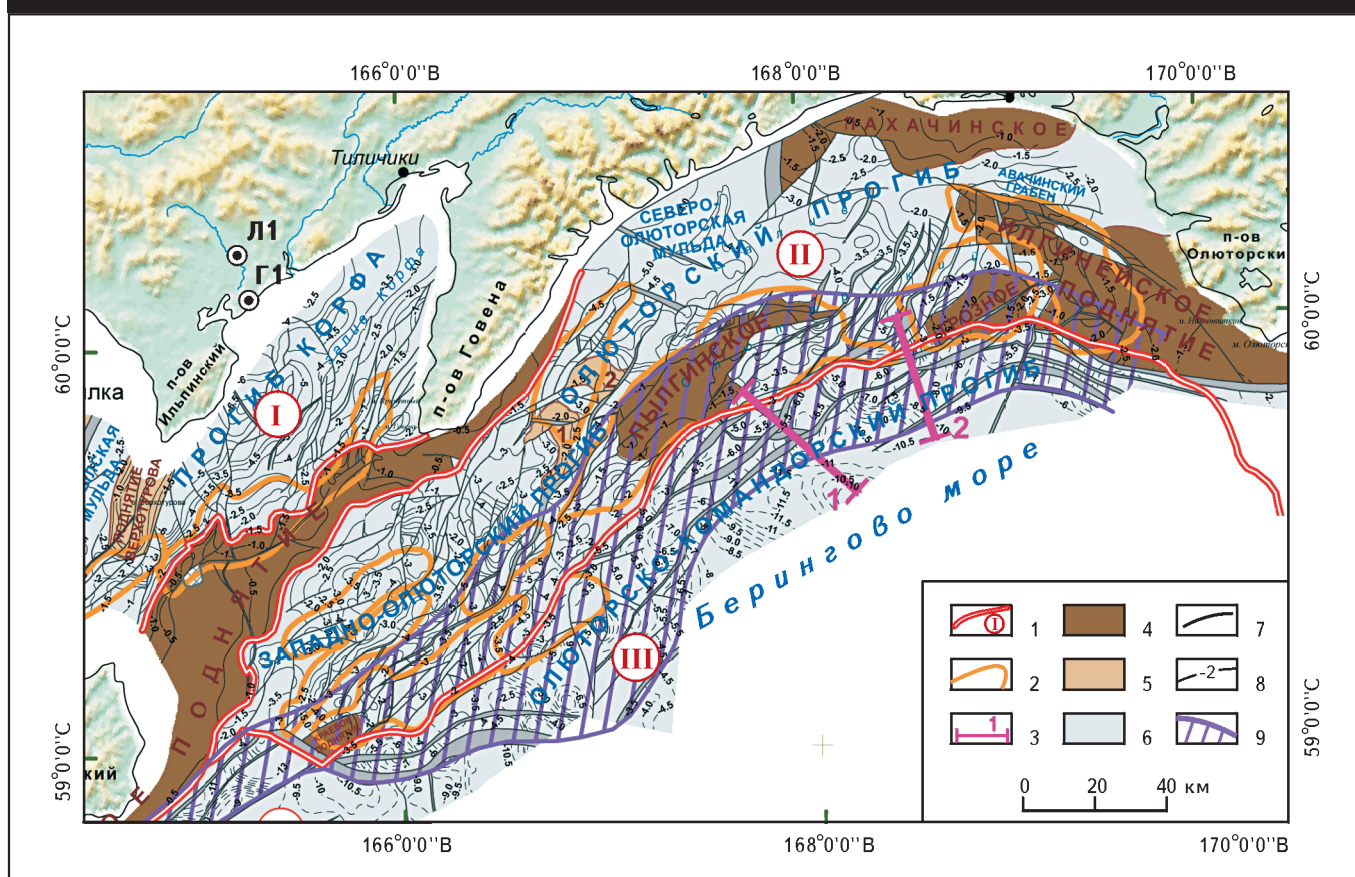
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Командорский склоново-глубоководный осадочный бассейн

Командорский осадочный бассейн, расположенный в юго-западной части Берингова моря, представляющий задуговый бассейн сложного строения и развития [13], с востока отделяется хребтом Ширшова от Алеутского осадочного бассейна, с юга – Командорским сегментом Командорско-Алеутской дуги от Тихого океана (см. рис. 1). Западной границе бассейна соответствует разломно-флексурная зона Беринговского трансформного разлома, для которой характерно большое число разнонаправленных сбросов и взбросов (рис. 3). Образование Командорского осадочного бассейна связано с ранне-среднемиоценовой фазой тектогенеза, в течение которой транспрессивный режим в зоне Беринговского разлома сформировал систему поднятий, разделивших единый палеогеновый бассейн. С этого времени Олюторский континентально-шельфовый и Командорский склоново-глубоководный бассейны различаются условиями седиментации, характером дислокаций, геотермическим режимом и др. Активный режим Беринговского разлома сохранялся и в плиоцен-четвертичное время.

В неравномерно изученной западной части Командорского осадочного бассейна (см. рис. 2) выделены Олюторско-Командорский, Карагинско-Командорский и Камчатско-Командорский склоново-глубоководные прогибы, для которых характерны значительная мощность осадочного чехла (до 7,5-8,5 км) и нарастающая глубина моря, свидетельствующая об их интенсивном прогибании в плиоцен-четвертичное время. Чехол в подсклоновой части дислоцирован в позднечетвертичную фазу тектогенеза. Восточная граница прогибов не определена. В восточной части бассейна предполагается склоново-глубоководный прогиб, условно названный Ширшовско-Командорский.

Рис. 3. СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЛЮТОРСКО-КОМАНДОРСКОГО ПРОГИБА



Граница: 1 – осадочного: I – Ильпинский, II – Олюторский; III – Командорский, 2 – антиклинальной зоны; поднятие: 3 – межбассейновое, 4 – внутрибассейновое; 5 – бассейн, прогиб; 6 – разлом; 7 – изогипса фундамента; 8 – зона Беринговского разлома; положение участка работ см. на рис. 2; остальные усл. обозначения см. на рис. 1

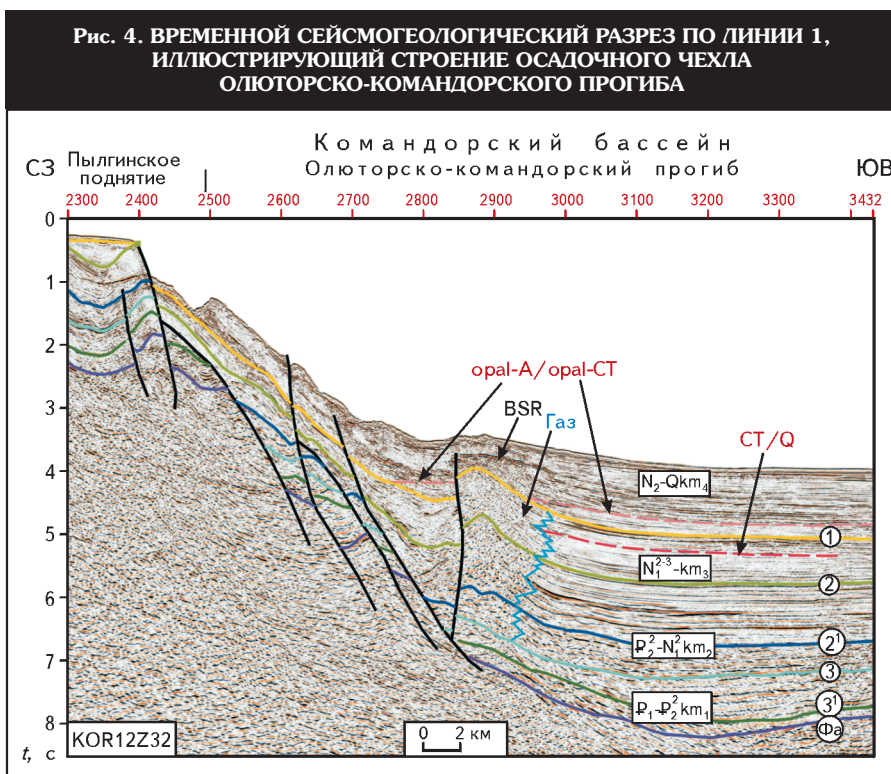
В большей степени изучена часть *Олюторско-Командорского прогиба*, расположенного в северо-западной части бассейна (см. рис. 3). Фундамент прогиба расчленен системами разломов преимущественно северо-восточного простирания. Мощность осадочного чехла может достигать 7,5-8,0 км, кровля акустического фундамента погружена на глубину 10,0-11,5 км. На склоне прогиба выделена Южно-Пылгинская антиклинальная зона.

В осадочном чехле Командорского осадочного бассейна, перекрывающем акустический фундамент, прослежено три региональных сейсмических горизонта, маркирующих региональные несогласия и разделяющих чехол на четыре командорских сейсмокомплексов (снизу вверх): палеоцен-среднеэоценовый, среднеэоцен-среднемиоценовый, средне-верхнемиоценовый и плиоцен-четвертичный.

Первый командорский сейсмокомплекс ($P_1-P_2^2$ km₁), ограниченный в кровле сейсмическим горизонтом 3, в подошве – поверхностью акустического фундамента, формировался в шельфовых условиях. Сейсмиче-

ским горизонтом 3¹ сейсмокомплекс разделен на два подкомплекса (рис. 4). Сейсмическая запись нижнего подкомплекса позволяет предполагать вулканогенно-осадочный состав отложений с различным соотношением терригенного, вулканического и вулканокластического материала. Верхний подкомплекс сложен терригенными отложениями. Максимальная мощность сейсмокомплекса в Олюторско-Командорском прогибе достигает 2,6-2,8 км.

Второй командорский сейсмокомплекс ($P_2^2-N_1^2$ km₂), ограниченный в кровле сейсмическим горизонтом 2, в подошве – 3, разделен сейсмическим горизонтом 2¹ на два подкомплекса. В волновом поле сейсмокомплекс имеет различные характеристики. В пределах склона во втором командорском и вышезалегающих сейсмокомплексах развиты обвально-оползневые отложения (см. рис. 4). Нижний подкомплекс формировался в шельфовой обстановке, в удалении от источников сноса, а верхний – в относительно глубоководных условиях. Максимальная мощность сейсмокомплекса в Олюторско-Командорском прогибе достигает 3,2 км.



Положение профиля см. на рис. 3

Третий командорский сейсмокомплекс ($N_1^{2-3} \text{ км}_3$), ограниченный в кровле сейсмическим горизонтом 1 и поверхностью морского дна в зонах молодых тектонических дислокаций, в подошве – 2, формировался в период интенсивного прогибания бассейна (см. рис. 4). В удалении от подножия склона в волновом поле сейсмокомплекс представлен глубоководными кремнисто-терригенными отложениями, о чем свидетельствует регистрация литогенетических границы опал-А/опал-СТ, СТ/Q. Максимальная мощность комплекса в Олюторско-Командорском прогибе составляет 1,3-1,5 км.

Четвертый командорский сейсмокомплекс ($N_2-Q \text{ км}_4$), ограниченный в кровле поверхностью морского дна, в подошве – сейсмическим горизонтом 1, перекрывает подстилающие отложения. В волновом поле сейсмокомплекса, распространенного на склоне и подножии, выделяются участки с хаотической записью, склоновые конусы и шлейфы, врезы, тектонические уступы. За пределами склона сейсмокомплекс сложен кремнисто-глинистыми отложениями. Его максимальная мощность в Олюторско-Командорском прогибе достигает 1,2 км.

В скв. 191 вскрыты только третий и четвертый командорский сейсмокомплексы, которые сложены соответственно литифицированными алевролитовыми глинами с прослоями песчаников и слаболитифициро-

ванными и нелитифицированными диатомовыми и алевролитовыми глинами с прослоями песчаных алевролитов и алевролитовых песков [14]. Вулканический пепел фиксируется в верхних 240 м разреза.

В четвертом командорском сейсмокомплексе четко проявлены границы BSR (bottom simulating reflector), свидетельствующие о наличии скоплений газогидратов в разрезе (см. рис. 4). В верхних сейсмокомплексах прослежены литогенетические границы (opal-A/opal-CT и СТ/Q), фиксирующие зоны распространения кремнисто-глинистых и глинисто-кремнистых пород, содержащих кремнезем в виде опала, кристобалита и халцедона (кварца), соответственно (см. рис. 4). Эти границы в целом являются изотермическими, а их глубинное положение позволяет оценивать геотермический режим бассейна.

Прикамчатско-Тихоокеанский склоново-глубоководный осадочный бассейн

Прикамчатско-Тихоокеанский преддуговой осадочный бассейн начал формироваться после среднемиоценовой перестройки. Интенсивное прогибание бассейна продолжается и в настоящее время. В структуре осадочного бассейна выделены Андриановский, Кроноцкий и Авачинский прогибы.

Андриановский прогиб размером 110435 км, расположенный в северной части бассейна между Камчатским и Кроноцким полуостровами, вытянут в субмеридиональном направлении (см. рис. 2). В его северной части преобладают взбросы и сбросы северо-западного простирания, в центральной части – высокоамплитудные сбросы (с амплитудой до 2 км) северо-восточного простирания, в южной части – разрывные нарушения восточного простирания. Мощность осадочного чехла в наиболее погруженной части достигает 4,6 км.

Кроноцкий прогиб находится в центральной части бассейна, прослеживается в северо-восточном направлении на расстояние около 80 км (см. рис. 2). Юго-западный борт прогиба контролируется высокоамплитудным сбросом (амплитуда до 3,2 км), по которому он сочленяется с Жупановским поднятием (рис. 5). Северный борт прогиба полого воздымается, юго-западная часть не изучена. На северо-западе по флексурно-разломной

зоне Кроноцкий прогиб сочленяется с Тюшевским прогибом. Мощность осадочного чехла в наиболее погруженной части составляет 8,3 км, что является свидетельством о преобладании нисходящих движений в течение почти всего кайнозоя. В структуре прогиба оконтуриваются Северо-Кроноцкая и Южно-Кроноцкая синклиналильные зоны.

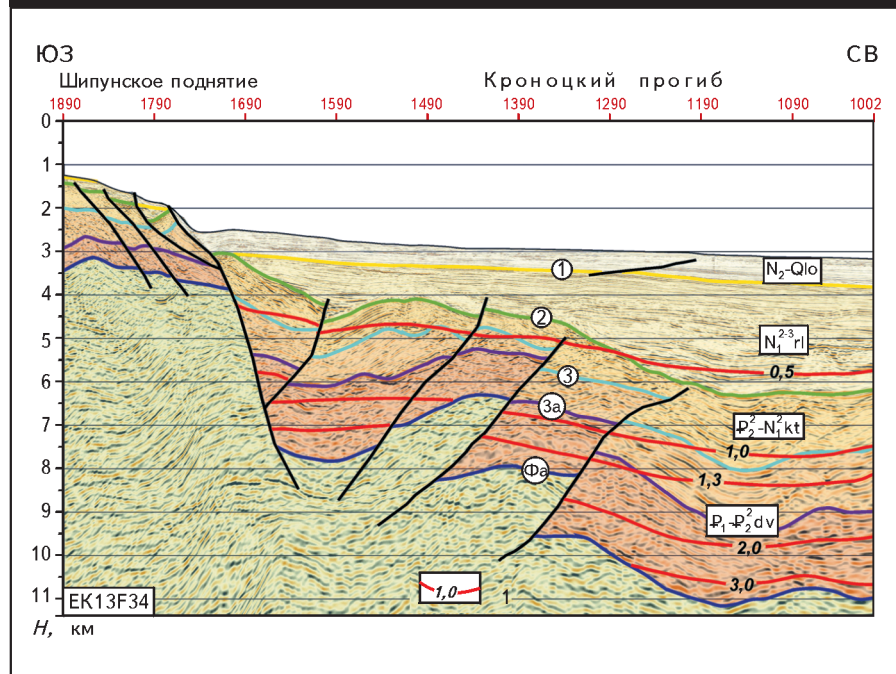
Авачинский прогиб расположен в южной части бассейна, с севера граничит с Шипунским поднятием. Изученная часть прогиба имеет изометричную форму размером 13,5×12,5 км. Для южной части прогиба характерны разрывные нарушения северо-западного простирания, для северной — субмеридионального. Мощность осадочного чехла в наиболее погруженной части составляет 6 км. Прогиб интенсивно развивался в палеоцен-среднеэоценовое время.

Кайнозойский осадочный чехол расчленен поверхностями региональных несогласий 3, 2, 1, хорошо проявленными в осадочном чехле бассейнов Дальнего Востока, на четыре сейсмокомплекса: дроздовско-ветловский (палеоцен-среднеэоценовый), кубовско-тюшевский (среднеэоцен-среднемиоценовый), раkitинско-левожупановский (средне-верхнемиоценовый) и лимимтэваямско-ольховский (плиоцен-четвертичный), сопоставляемые с сейсмокомплексами Командорского осадочного бассейна. Стратификация чехла подводной окраины Восточной Камчатки базируется на корреляции сеймостратиграфических подразделений со стратонами прилегающей суши [15], с учетом дополнений и изменений, внесенных при геологическом картировании ГК-1000 [9, 10].

Дроздовско-ветловский сейсмокомплекс ($P_1 - P_2^{dv}$), ограниченный в кровле сейсмическим горизонтом 3, в зонах среднемиоценовой эрозии — 2, в основании — поверхностью акустического фундамента (см. рис. 5), формировался в различных аквальных фациальных обстановках. Относительно глубоководные условия существовали на востоке изученной части Авачинского прогиба. Мелководные фаши тяготеют к склонам палеоподнятий, с некоторыми палеоподнятиями предположительно связано накопление угленосных отложений. В восточной части бассейна по характеру волновой картины выделяются вулканогенные и вулканогенно-осадочные фаши.

Сейсмокомплекс 3а разделен сейсмическим горизонтом на две части. Нижний (дроздовский) подкомплекс характеризуется непротяженными отражениями

Рис. 5. ГЛУБИННЫЙ СЕЙМОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ, ИЛЛЮСТРИРУЮЩИЙ СТРОЕНИЕ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА И ОЧАГ НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ КРОНОЦКОГО ПРОГИБА



1 — изореспленды; положение профиля см. на рис. 3

преимущественно высокой амплитуды, свидетельствующими о дифференцированном составе пород и возможно высокой доле вулканокластического материала. Для верхнего подкомплекса (ветловский) типичен дифференцированный облик. Наблюдается локальный закономерный рост амплитуд в направлении снизу вверх, что возможно свидетельствует о накоплении нижней части на трансгрессивном этапе, верхней — на регрессивном. Максимальная мощность сейсмокомплекса 4,5 и 3,5 км установлена в Авачинском и Кроноцком прогибах соответственно.

Кубовско-тюшевский сейсмокомплекс ($P_2^2 - N_1^2 kt$), ограниченный в кровле сейсмическим горизонтом 2, в подошве — 3 (см. рис. 5), по результатам сейсмофациального анализа формировался преимущественно в условиях неглубокого моря (нижняя сублитораль). Сейсмокомплекс сложен терригенными породами различного гранулометрического состава, кремнисто-терригенными, вулканогенными и вулканогенно-терригенными. Распространение грубообломочных пород определяется положением источников сноса, расположенных в пределах современной суши. Относительно глубоководные отложения накапливались локально в Кроноцком и Авачинском прогибах. Ареалы распространения вулканогенных фаши картируются в Андриановском и Кроноцком прогибах. Максимальная мощность сейсмокомплекса около 2,0 км регистрируется в Кроноцком и Андриановском прогибах.

Ракитинско-левожупановский сейсмокомплекс ($N_1^{2-3}r_1$), ограниченный в кровле сейсмическим горизонтом 1, в подошве — 2, с угловым несогласием перекрывает отложения кубовско-тюшевского сейсмокомплекса (см. рис. 5). Локальное распространение сейсмокомплекса в пределах бассейна определяется положением как обширных участков суши в среднем — позднем миоцене, образовавшихся в результате среднемиоценовой структурной перестройки, так и участков проявления молодых тектонических дислокаций, где отложения комплекса полностью размыты. В бортах многочисленных уступов и каньонов комплекс часто выходит на поверхность морского дна. Его накопление происходило на фоне интенсивного погружения бассейна, о чем свидетельствует значительный вертикальный размах трансгрессивного налегания в его подошве, достигающий 1700 м в Авачинском прогибе и 3600 м — в Кроноцком. Предполагается, что в зонах устойчивого прогибания сейсмокомплекс сложен кремнистыми, кремнисто-глинистыми и глинистыми породами.

На склонах конседиментационных поднятий развиты отложения литорали и верхней сублиторали. Первичное залегание отложений часто нарушено тектоническими движениями, а на склонах — гравитационно-оползневые процессы и эрозией. В Кроноцком прогибе широко распространены склоновые шлейфы. В прогибах развиты отложения нижней сублиторали и батиаля. Максимальная мощность отложений сейсмокомплекса достигает 2,9 км в Кроноцком прогибе и 1,5 км — в Авачинском.

Лимиттэваяско-ольховский сейсмокомплекс (N_2-Q_{10}), ограниченный в кровле поверхностью морского дна, в подошве — сейсмическим горизонтом 1, на большей части акватории перекрывает подстилающие отложения с плавным нарастанием мощности в направлении депоцентров. Исключение составляют участки, захваченные современными тектоническими восходящими движениями, где комплекс либо полностью, либо частично размыт. В бортах каньонов Ольги, Жупановском, Кроноцком и других отложения сейсмокомплекса частично или полностью эродированы. В волновом поле комплекс характеризуется различными типами отражений — от параллельных или дивергентных, непрерывных до некоррелируемых хаотичных. На пологих склонах поднятий и бортах прогибов сейсмокомплекс сложен отложениями литорали, верхней и нижней сублиторали. На отдельных участках у подножия крутопадающих склонов фиксируются обвальноподолзневые структуры.

В погруженных частях прогибов распространены глубоководные кремнисто-глинистые и алевритоглинистые отложения. Максимальная мощность сейсмокомплекса составляет в прогибах 0,6–0,8 км.

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Командорский осадочный бассейн

Бассейну в целом соответствует одноименная потенциально нефтегазоносная область, официальная оценка ресурсов которой не проводилась. О масштабной генерации УВ в осадочном чехле изученной части бассейна свидетельствуют насыщенные газом отложения в приразломных зонах, которые характеризуются нарушением сейсмической записи и уменьшением сейсмической скорости (см. рис. 4). Над такими возможными скоплениями газа в верхнем сейсмокомплексе формируются газогидраты. Командорский осадочный бассейн характеризуется высокими значениями глубинного теплового потока — от 80 до 150 мВт/м², с локальными максимумами до 200 и 230 мВт/м² в его южном сегменте [16], и соответственно сжатой глубиной катанетической зональности. В Олюторско-Командорском прогибе очаг нефтегазообразования сложен отложениями трех нижних сейсмокомплексов (рис. 6). По результатам сейсмофациального анализа коллекторы прогнозируются в кровле первого командорского сейсмокомплекса и подкомплексах второго командорского сейсмокомплекса.

Прикамчатско-Тихоокеанский осадочный бассейн

Бассейн, являясь новым тектоническим элементом, не рассматривается в существующей схеме нефтегеологического районирования. В бассейне выделено 5 антиклинальных зон, объединяющих 21 антиклинальную структуру. По результатам сейсмофациального анализа и данным о содержании и составе ОВ в породах Тюшевского прогиба, нефтегазоматеринские породы с умеренным потенциалом присутствуют в дроздовско-ветловском, кубовско-тюшевском и ракитинско-левожупановском комплексах, формировавшихся в условиях нижней сублиторали и батиаля. В качестве источника УВ следует рассматривать также угленосные отложения, распространенные в Андриановском и Кроноцком прогибах.

Площадное распространение коллекторов в бассейне и их качество определяются положением области осадконакопления по отношению к палеоподнятиям Камчатского мыса, Кроноцкому, Шипунскому и Жупановскому, являющихся источником обломочного материала. Коллекторские горизонты прогнозируются в фациях литорали, верхней сублиторали, отдельных телах нижней сублиторали, конусах выноса, выделенных в дроздовско-ветловском, кубовско-тюшевском и ракитинско-левожупановском комплексе. Неплохими коллекторскими свойствами могут обладать вулканогенные (туфы) и вулканогенно-осадочные породы.

Отложения кубовско-тюшевского комплекса на отдельных участках можно рассматривать в качестве флюидоупора для дроздовско-ветловского комплекса, батиали ракитинско-левожупановского комплекса — в качестве локального флюидоупора для нижележащих отложений в Андриановском и Кроноцком прогибах. Благоприятное сочетание коллекторов и флюидоупоров прогнозируется в отложениях, сформированных в высокоэнергетической обстановке нижней сублиторали.

Несмотря на пониженные значения теплового потока в бассейне (23-63 мВт/м²) [17] и соответственно растянутую глубинную катагенетическую зональность, условия для генерации УВ прогнозируются во всех прогибах, при этом в синклинальных зонах Кроноцкого прогиба возможно интенсивное образование как нефти, так и сухого газа (см. рис. 5). Очаг нефтегазообразования Кроноцкого прогиба сложен отложениями трех сейсмокомплексов. Генерация УВ породами дроздовско-ветловского сейсмокомплекса началась в палеоцене и продолжается до настоящего времени. В очагах Андриановского и Авачинского прогибов существуют условия только для генерации нефти.

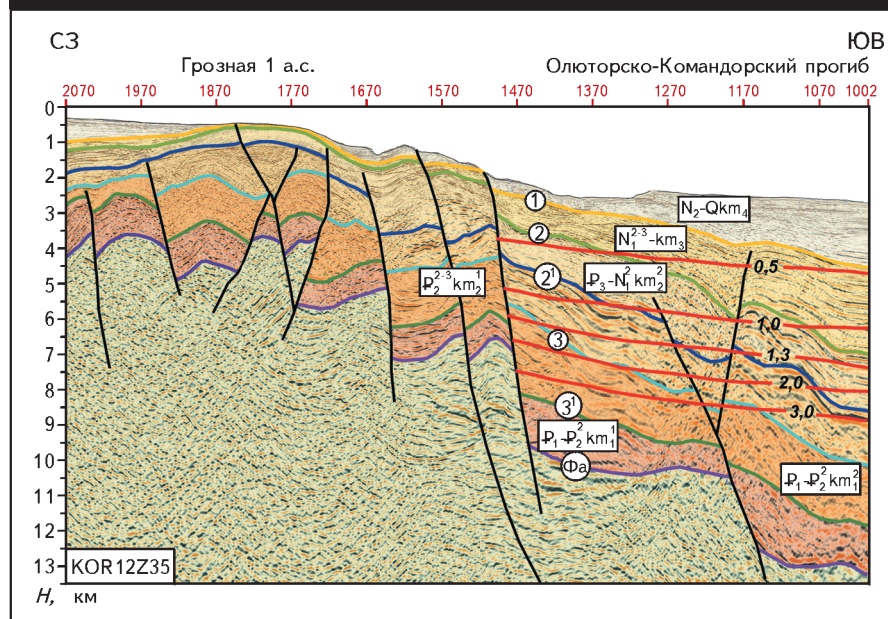
НАПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Командорский осадочный бассейн

1. Первоочередной нефтепоисковый интерес в бассейне представляют зоны сочленения склоново-глубоководных прогибов с межбассейновыми поднятиями. На склоне Олюторско-Командорского и Карагинско-Командорского прогибов и поднятиях закартированы локальные антиклинальные структуры, в которых аккумулируются УВ, мигрирующие из глубокопогруженных частей прогибов. Аналогичные структуры могут быть выявлены также на склоне хребта Ширшова. Распространение коллекторов в сейсмокомплексах Ширшовско-Командорского осадочного бассейна определяется положением хребта Ширшова, который по [13] сформировался в среднем эоцене и продолжительное время являлся источником обломочного материала.

2. Авторы статьи полагают, что настало время для проведения специальных работ по изучению газогидратов в бассейнах Берингова моря. В Командорском оса-

Рис. 6. ГЛУБИННЫЙ СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПО ЛИНИИ 2, ИЛЛЮСТРИРУЮЩИЙ СТРОЕНИЕ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА И ОЧАГ НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ ОЛЮТОРСКО-КОМАНДОРСКОГО ПРОГИБА



Усл. обозначение см. на рис. 5; положение профиля см. на рис. 3

дочном бассейне газогидраты зафиксированы на локальных участках, что определяется незначительной площадью, покрытой сейсморазведкой. Ранее [2] газогидраты были установлены на Хатырском шельфе и континентальном склоне Алеутской глубоководной котловины (глубина моря от 0,5 до 2,0 км). Площади развития газогидратов составляют 1650 и 1100 км². Программа работ должна предусматривать картирование полей газогидратов, определение толщины газогидратного слоя и состава газогидратов и оценку их ресурсов.

3. Необходимо проведение исследований методом ГСЗ. К настоящему времени в российской части Берингова моря работы этим методом не проводились. Однако данные, получаемые этим методом, очень важны как для изучения строения земной коры в данном регионе, характеризующемся сложным развитием, так и определения положения поверхности акустического фундамента в зонах сложной корреляции и мощности осадочного чехла, являющейся важным параметром при оценке ресурсов УВ.

Прикамчатско-Тихоокеанский осадочный бассейн

Необходимо доизучить геологическое строение склоново-глубоководного Прикамчатско-Тихоокеанского осадочного бассейна, определить его границы, выделить локальные структуры и подготовить основу для карты нефтегеологического районирования и оценки ресурсов УВ.

Продолжение работ в Тихоокеанском секторе РФ позволит создать информационную базу для решения вопросов геологического строения, эволюции и перспектив нефтегазоносности Курило-Камчатского региона.

Литература

1. **Харахинов В.В.** Нефтегазоносные бассейны Берингово-морского региона (итоги нефтегазопоисковых работ 2000-2009 гг.) / В.В.Харахинов, С.И.Шленкин, А.А.Вашкевич и др. — М.: Научный мир, 2014.
2. **Грецкая Е.В.** Нефтегазоносность Хатырского осадочного бассейна (Берингово море) / Е.В.Грецкая, Н.А.Петровская // Газовая промышленность. — 2010. — № 654 (спецвыпуск).
3. **Селиверстов Н.И.** Геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг / Н.И.Селиверстов. — Петропавловск-Камчатский, 2009.
4. **Итоги деятельности** по геологическому изучению недр на территории Камчатского края в 2012 г. // Горный вестник Камчатки. — 2013. — № 1.
5. **Результаты геологического изучения** Камчатского края в 2014 г. // Горный Вестник Камчатки. — 2015. — № 1.
6. **Топливо-энергетическая сырьевая база** Дальневосточного экономического района России. Перспективы и пути освоения: в 3-х частях. Ч. III. Главные объекты и перспективы развития геологоразведочных работ на нефть и газ в Притихоокеанском субрегионе / Под ред. В.П.Орлова, М.Д.Белонина, Ю.Н.Григоренко. — СПб: Изд-во ВНИГРИ, 1998.
7. **Кудрявцева Е.И.** Нефти Камчатки и их геохимическая характеристика / Е.И.Кудрявцева, З.А.Андреева, А.И.Богомоллов и др. // Геология и нефтегазоносность Камчатки. — Л.: Изд-вл ВНИГРИ, 1980.
8. **Грецкая Е.В.** Геохимическая характеристика нефтей бассейнов Дальнего Востока / Е.В.Грецкая // Проблемы воспроизводства запасов нефти и газа в современных условиях. Сб. докладов конференции, посвященной 85-летию ВНИГРИ. — СПб: Изд-во ВНИГРИ, 2014.
9. **Государственная геологическая карта** Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Корякско-Камчатская. Лист N-57 — Петропавловск-Камчатский. Объяснительная записка / Научные редакторы А.Ф.Литвинов, Б.А.Марковский. — СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2006.
10. **Государственная геологическая карта** Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Корякско-Камчатская. Лист O-58 — Усть-Камчатск. Объяснительная записка / Научные редакторы Б.А. Марковский, О.И. Супруненко. — СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013.
11. **Рыбак-Франко Ю.В.** Новые данные о геологическом строении подводной окраины Восточной Камчатки / Ю.В.Рыбак-Франко, Е.В.Грецкая // Проблемы воспроизводства запасов нефти и газа в современных условиях. Сб. докладов конференции, посвященной 85-летию ВНИГРИ. — СПб: Изд-во ВНИГРИ, 2014.
12. **Богоявленский В.И.** Геолого-геофизические исследования нефтегазоносности акваторий Циркумарктического

сегмента Земли / В.И.Богоявленский, И.Д.Полякова, Т.А.Будагова и др. // Геология нефти и газа. — 2011. — № 6.

13. **Чехович В.Д.** Кайнозойская геодинамика Берингово-морского региона / В.Д.Чехович, А.Н.Сухов, О.Г.Шеремет, М.В.Кононов / Геотектоника. — 2012. — № 3.

14. **Creager J.S.** Part II: Site Reports / J.S.Creager, D.W.Scholl, R.E.Boyce et al. // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project.— Washington, 1973. — V. 19.

15. **Гладенков Ю.Б.** Решения Рабочих Межведомственных региональных стратиграфических совещаний по палеогену и неогену восточных районов России — Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина и Курильских остров. Объяснительная записка к стратиграфическим схемам / Ю.Б.Гладенков и др. // Под ред. Ю.Б.Гладенкова. — М.: ГЕОС, 1998.

16. **Яновский Ф.А.** Тепловое поле и геотермическая модель литосферы Командорской котловины Берингова моря / Ф.А.Яновский, В.М.Сугробов, Н.И.Селиверстов // Вулканология и сейсмология. — 1997. — № 2.

17. **Смирнов Я.Б.** Земной тепловой поток Камчатки / Я.Б.Смирнов, В.М.Сугробов, Ф.А.Яновский // Вулканология и сейсмология. — 1991. — № 2.

© А.В.Савицкий, Е.В.Грецкая, Ю.В.Рыбак-Франко, 2016

Александр Викторович Савицкий,
главный геолог,
кандидат геолого-минералогических наук,
A.Savitsky@dmng.ru;

Елена Владимировна Грецкая,
заместитель главного геолога,
кандидат геолого-минералогических наук,
E.Gretskaya@dmng.ru;

Юлия Владимировна Рыбак-Франко,
ведущий геолог,
J.Rybak-Franko@dmng.ru;

Алексей Викторович Соловьев,
управляющий директор,
доктор геолого-минералогических наук,
Soloviev@dmng.ru.

GEOLOGICAL EXPLORATION PROSPECTS FOR ABYSSAL SEDIMENTARY BASINS IN THE BERING SEA AND THE PACIFIC OCEAN

Savitskii A.V., Gretskaya E.V., Rybak-Franko Iu.V. (OAO Dalmorneftegeofizika)

Extensive research and exploitation of abyssal deposits goes back to the 1970s. The deepest abyssal deposit was discovered in the Bay of Bengal. The structure of productive sediments complexes depends on the geological structure of continental margin. The Cenozoic deposits are often represented with continental slope lithofacies (they are fossil channels, rain channels, detrital cones, turbidite deposits, landslide complexes). The article considers geological structure and oil-gas-bearing capacity of the slope-abyssal sedimentary basins in the Bering Sea and the Pacific Ocean.

Key words: water area; seismic survey; sedimentary basin; continental-shelf; slope-abyssal; stratigraphy; seismic complex; well; oil-gas-bearing capacity; shelf; the Bering Sea; The Pacific; geological exploration.