

Ихсанов Булат Ильдарович

**ПОЗДНЕМЕЗОЗОЙСКИЕ И КАЙНОЗОЙСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ ОСАДОЧНЫХ
БАССЕЙНОВ АКВАТОРИИ ЧУКОТСКОГО МОРЯ**

25.00.01 – общая и региональная геология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва, 2014 г.

Работа выполнена на кафедре региональной геологии и истории Земли геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Научные руководители:

доктор геолого-минералогических наук,
профессор, зав. кафедрой региональной
геологии и истории Земли геологического
факультета МГУ имени М.В.Ломоносова

Никишин Анатолий Михайлович

доктор геолого-минералогических наук,
Заместитель директора Департамента
геологоразведочных работ, лицензирования и
ресурсной базы на шельфе ОАО «НК «Роснефть»

Мальшев Николай Александрович

Официальные оппоненты:

Доктор геолого-минералогических наук,
главный научный сотрудник
Геологического института РАН

Гучкова Марианна Ивановна

Кандидат геолого-минералогических наук,
вице-президент по маркетингу
Polarcus Russia DMCC

Гревцев Александр Владимирович

Ведущая организация: Институт Океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва

Защита состоится 16 мая 2014 г. в 14 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д 501.001.39 при Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, Москва, Ленинские горы, МГУ, геологический факультет, сектор «А», ауд. 825.

Автореферат размещен на интернет-сайтах Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова www.geo.web.ru и Министерства образования и науки Российской Федерации www.vak.ed.gov.ru. С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале Научной библиотеки Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, в Отделе диссертаций Фундаментальной библиотеки по адресу: Ломоносовский проспект, 27.

Автореферат разослан 15 апреля 2014 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор геол.-мин. наук, профессор



А.Г. Рябухин

Актуальность исследований

Общеизвестный в настоящее время интерес ведущих нефтяных компаний к малоизученным осадочным бассейнам шельфа российской Арктики обусловлен высокой оценкой нефте- и газоносного потенциала данных бассейнов, в том числе Северо-Чукотского и Южно-Чукотского, расположенных в пределах российского сектора Чукотского моря. Установленные в них сейсморазведочными методами, перспективные структуры могут являться, предположительно, аналогами крупных месторождений углеводородов, открытых в американском секторе Чукотского моря, в числе которых газонефтяной гигант – Прадхо-Бей, нефтяное месторождение Купарук-Ривер и др.

Цели и задачи исследований

Целью настоящей работы является определение основных этапов и причин формирования как самих осадочных бассейнов, так и крупнейших антиклинальных зон и меньшего ранга структур, являющихся потенциальными местами скопления углеводородов.

Материалы и методы

Вследствие отсутствия морских скважин в российском секторе Чукотского моря, основным методом изучения Северо-Чукотского и Южно-Чукотского бассейнов является сейсморазведка. В работе использовалась большая часть современных сейсморазведочных материалов 2D по исследуемой акватории, полученных компаниями ОАО «ДМНГ» (8900 пог. км, 1990 г.), TGS (3600 пог. км, 2006 г.) и ОАО «Севморгео», и собранные в дальнейшем в единый проект в рамках оценки нефтегазового потенциала российской Арктики, проводимой в ОАО «НК «Роснефть».

Помимо указанных данных в работе были использованы открытые материалы бурения скважин и сейсморазведочных исследований в американском секторе Чукотского моря, результаты геологических съемок различного масштаба на прилегающей суше и о. Врангеля, а также информация из многочисленных публикаций.

Научная новизна и практическое значение

Объем сейсморазведочных данных 2D, полученный начиная с 1998 года, позволил получить наиболее целостное представление об истории становления и развития основных тектонических элементов исследуемой акватории и осложняющих их локальных структур.

На основании изученных данных был проведен анализ строения антиклинальных структур Северо- и Южно-Чукотского осадочных бассейнов. Основная их часть в Южно-Чукотском бассейне имеет присдвиговую природу. В свою очередь для структур Северо-Чукотского бассейна определяющим при формировании стал фактор сжатия со стороны взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда.

Полученные результаты могут быть использованы для детального прогноза нефте- и газоперспективности и оценки риска сохранности потенциальных скоплений углеводородов в исследуемых бассейнах.

Защищаемые положения

Проведенные исследования позволяют сформулировать следующие защищаемые положения:

1. Южно-Чукотский бассейн был сформирован в результате рифтогенеза апт-позднемиоценового возраста, развивавшегося в северной части Новосибирско-Чукотской мезозойской досреднеаптской складчатой системы.
2. В Южно-Чукотском бассейне широко развиты структуры, связанные с транстензионными и транспрессионными деформациями.
3. Северо-Чукотский бассейн был заложен в результате рифтогенного растяжения, наиболее активный этап которого относится к апт-альбскому времени. В эоценовое время в результате нового этапа растяжения в регионе сформировались субмеридиональные грабены.

4. Современная структура взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда формировалась с конца позднего мела и приобрела окончательный облик в позднем миоцене. Тектонические процессы в исследуемой зоне послужили причиной формирования антиклинальных структур на южном борту Северо-Чукотского бассейна.

Апробация работы

Различные части диссертационной работы докладывались на международных и всероссийских конференциях с 2008 по 2013 гг.: Ломоносовские чтения, г. Москва, 2008 г.; «Oil and Gas of Arctic shelf», г. Мурманск, 2008 г.; Polar Petroleum Potential (ЗР) Arctic, г. Москва, 2009 г.; ЗР Arctic, г. Ставангер, 2013 г.; «Геомодель-2011» г. Геленджик; «Трофимуковские чтения», г. Новосибирск, 2013 г.; «Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ анерозоя», г. Москва, 2009 г.; «Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя», г. Москва, 2010 г.

По теме диссертации опубликовано две статьи и десять тезисов.

Благодарности

Автор глубоко благодарен своим научным руководителям профессорам А.М. Никишину и Н.А. Малышеву за постоянную поддержку и помощь в ходе подготовки диссертационной работы.

Многие научные взгляды автора формировались в процессе совместной работы и научных дискуссий с В.В. Обметко, А.А. Бородулиным, Е.М. Бариновой, О.М. Тимошенко, Е.В. Фоминой, В.А. Никишиным, Л.Н. Клешиной, С.А. Савишкиным.

Автор благодарен за научные консультации и комментарии к работе В.Е. Вержбицкому, Г.Е. Бондаренко, А. Гурьянову, S. Matthews. Общение с геологами из крупных нефтяных компаний (BP, Газпромнефть, ExxonMobil, Statoil и др.) способствовало пониманию многих проблем геологии региона.

Автор благодарен руководству компании ОАО «НК «Роснефть» за предоставленную возможность использования и публикации материалов.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 7 глав, подразделяющихся на разделы, основных выводов и списка литературы. Объем работы - 116 страниц, диссертация иллюстрирована 39 рисунками и содержит библиографию из 95 наименований.

Физико-географический очерк

Рассмотренный в работе регион охватывает западный сектор Чукотского моря, расположенный между островом Врангеля и государственной границей РФ.

Акватория Чукотского моря (включая американскую часть) ограничена с юга Беринговым проливом и северо-восточным побережьем Чукотского полуострова, с юго-востока — побережьем полуострова Аляска, с востока — морем Бофорта. Площадь Чукотского моря составляет по разным данным от 584 до 587 тыс. км², средняя глубина - 77 м.

На границе Восточно-Сибирского и Чукотского морей расположен остров Врангеля. Площадь острова составляет 7,67 тыс. км². Проливом Лонга шириной 140 км он отделен от северного побережья Чукотки.

В наиболее узкой части Берингова пролива расположены высокие и скалистые острова Ратманова (Россия) и Крузенштерна (США). В Чукотское море впадают небольшие реки Эквватан, Амгуэма, Ванкарем. Подводный рельеф шельфа пересекает каньон Геральд, на западном борту которого возвышается одноименный остров площадью около 8 км², представляющий собой гранитогнейсовый останец.

Чукотское море, несмотря на более южное положение по сравнению с другими арктическими морями, также характеризуется суровым ледовым режимом. Теплое течение, идущее в летнее время из Берингова пролива, разделяет ледяной покров Чукотского моря на Чукотский и Врангелевский массивы.

Обзор тектонического районирования

Одним из двух крупнейших осадочных бассейнов Восточной Арктики является Северо-Чукотский, занимающий значительную часть акватории Чукотского моря (Рис. 1). По результатам магнитометрических и гравиметрических исследований, предположительно, было установлено продолжение бассейна в северо-западном направлении в северную часть акватории Восточно-Сибирского моря. Северо-Чукотский бассейн с северо-востока локально ограничен Андриановским конседиментационным поднятием, являющимся южной оконечностью Чукотского плато, а на востоке, в американской части Чукотского моря, бассейн, вероятно, ограничен валом Барроу. Протяженность бассейна составляет более 600 км, а ширина изменяется от 170 до 260 км (Государственная карта S-1,2..., 2005).

В южной части бассейн отделяется Врангелевским взбросом от крупной взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда. Последняя разделяет Северо-Чукотский бассейн от второго основного осадочного бассейна в южной части акватории Чукотского моря – Южно-Чукотского. На побережье Чукотского моря взбросо-надвиговая зона берет начало на траверзе между мысами Шелагским и Ачим, далее она прослеживается вдоль о-ва Врангеля через центральную часть акватории Чукотского моря. Крайняя юго-восточная часть Врангелевско-Геральдской взбросо-надвиговой зоны продолжается к юго-востоку до побережья Аляски между мысами Лисбурн и Тигара, смыкаясь со структурами хребта Брукса. Простирается зона меняется от северо-восточного в западной части, переходя в субширотное в центральной и заканчиваясь юго-восточным направлением ближе к Аляскинской части. В разрезе Врангелевско-Геральдское поднятие представлено сложнопостроенным гетерогенным основанием, характеризующимся складчато-надвиговой структурой, и маломощным чехлом мел(?)-кайнозойских осадков. На о-ве Геральд верхнепротерозойский фундамент выходит на дневную поверхность (Государственная геологическая карта РФ, масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист R-(60)-2 – о. Врангеля).

Взбросо-надвиговая структура Врангелевско-Геральдской зоны была сформирована под действием напряжений сжатия юго-запад – северо-восточного направления в результате преимущественно позднеюрского-раннемелового орогенеза (Sokolov et al., 2002, 2009), проявившегося в пределах Чукотского полуострова и хребта Брукса на полуострове Аляска (Katkov et al., 2007; Miller et al., 2009). По всей видимости, именно эти деформации проявлены и на о-ве Врангеля (Kos'ko et al., 1993; Косыко и др., 2003; Verzhbitsky et al., 2012). На Аляске в горах Лисбурн наиболее интенсивные деформации имели место в позднемеловое-раннетретичное время. Структуры, образованные в этот этап, срезают структуры, связанные с формированием надвигового пояса Брукса (Grantz et al., 1970; Martin, 1970).

Деформации, возникшие, предположительно, в позднемеловое время под воздействием тектонических движений от взбросо-надвигового фронта, послужили причиной формирования передового пояса складчатости, прослеживаемого в восточном-северо-восточном направлениях от о-ва Врангеля и имеющего ширину около 100 км. Крупнейшими структурами пояса являются Академическая, Мамонтовская, Линейная и Утёсная, которые будут охарактеризованы ниже.

В зоне сочленения Северо-Чукотского осадочного бассейна, взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда и осадочных бассейнов американской части акватории Чукотского моря располагается Чукотская система рифтогенных прогибов и поднятий. Данная система грабенов и горстов была сформирована на месте межбассейнового поднятия в центральной части акватории Чукотского моря. Её блоковое строение было обусловлено рифтогенными процессами, протекавшими в поздней юре и раннем мелу на территории современного Чукотского полуострова, северной Аляски и северной части акватории Чукотского моря. В результате более поздних (позднемеловых и кайнозойских)

подвижек произошло становление современного облика грабенов, продолжавших свое развитие и на современном этапе.

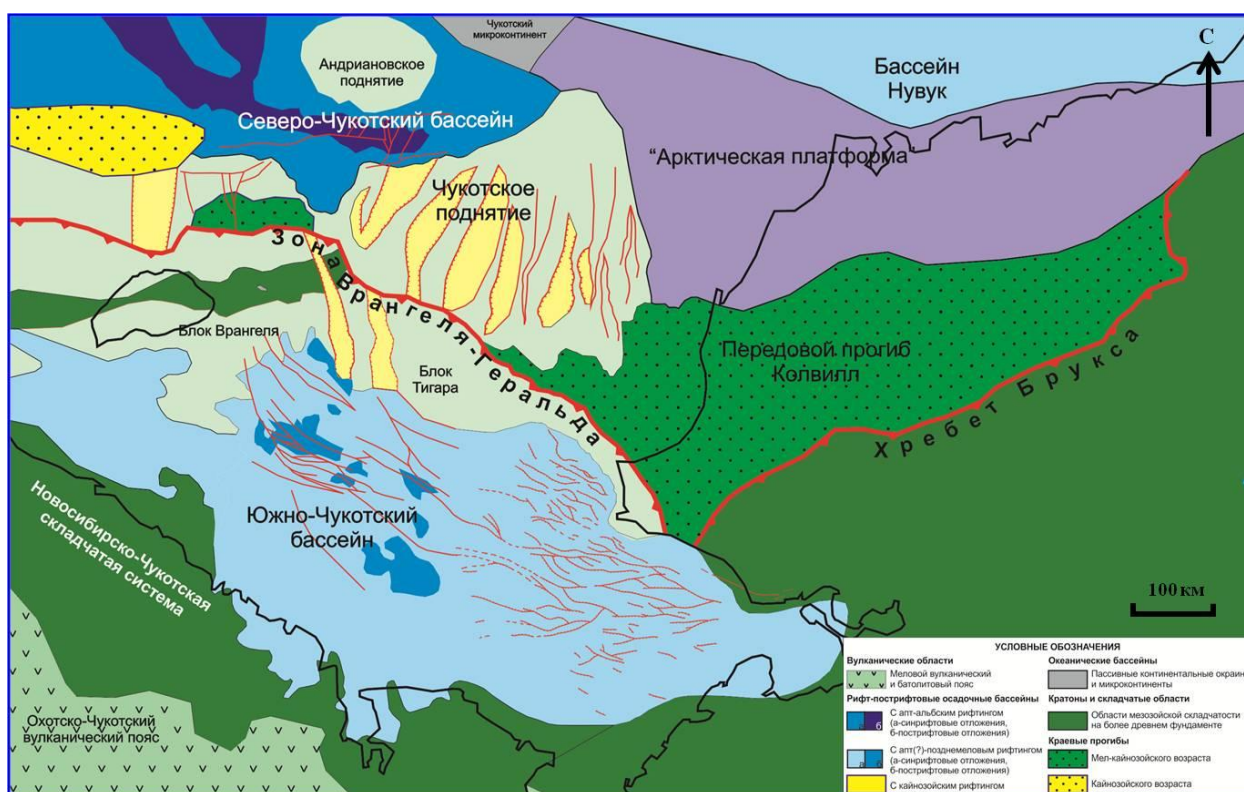


Рис. 1. Схема структурно-тектонического районирования Чукотского моря и прилегающей суши (для американской части использовались данные по Tolson 1987; Grantz et al. 2009; Drachev et al. 2010).

В южной части исследуемой зоны расположена обширная (протяженностью около 1200 км) позднеюрско-раннемеловая Новосибирско-Чукотская складчатая система, объединяющая Анюйскую и Чаунскую складчатые зоны, Восточно-Чукотское поднятие, Раучуанский прогиб и Колючинско-Мичигменскую шовную зону (Милановский, 1996). Существующая складчатая система была сформирована в результате коллизии Евразии и Северо-Американского континента с микроконтинентом Чукотка-Арктическая Аляска, время проявления и стадии которой, в частности на примере Южно-Анюйской сутуры, были установлены более ранними исследованиями (Сеславинский, 1970, Натальин, 1980, Соколов и др., 2001, Бондаренко, 2004).

Большую часть мезозоя континентальная окраина северо-восточного обрамления Азиатского континента соседствовала с аккреционно-складчатой системой и магматическими поясами субширотной и северо-восточной ориентировок, обусловленными субмеридиональными направлениями закрытия океанического бассейна и коллизионными процессами.

Южно-Чукотский осадочный бассейн, расположенный в южной части акватории Чукотского моря, был сформирован в результате коллапса Чукотско-Брукского орогена в апт-позднемеловое время. В более поздний этап, отвечающий палеоген-миоценовому времени, Восточно-Арктический регион развивался в обстановках растяжения с существенной сдвиговой составляющей. Признаки таковых обстановок были зафиксированы на различных фактических материалах в акваториях моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и всего Чукотского морей, а также прилегающей суши (Малышев и др., 2010; Драчев, 2008).

Стратиграфия отложений осадочных бассейнов Чукотского моря

Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов (ОГ) в пределах российской части исследуемой акватории Северо-Чукотского бассейна проводилась по аналогии с разрезами чехла в американском секторе Чукотского моря, информация о котором основывается на данных бурения скважин на континентальном обрамлении и пяти скважин в море, а также на результатах событийной сейсмостратиграфии, основанной на результатах исследования разрезов обнажений на суше (Малышев и др., 2010). Для стратиграфической привязки осадочного комплекса Южно-Чукотского бассейна учитывались данные по основным перерывам в осадконакоплении, установленным в разрезах обнажений на прилегающей суше - Чаунской, Валькарайской и Ванкаремской впадинах (событийная сейсмостратиграфия). Косвенными признаками для стратификации комплексов в отложениях осадочных бассейнов Чукотского моря и природы их формирования послужили тектонические события, установленные в континентальной части, информация о которых была заимствована из публикаций (описаны ниже).

По результатам бурения в американской части акватории Чукотского моря пяти поисково-разведочных скважин (Клондайк (Klondike), Бургер (Burger), Попкорн (Popcorn), Крэкерджэк (Crackerjack) и Диамонд (Diamond)) было выделено пять крупных региональных комплексов, слагающих осадочный чехол Северо-Чукотского бассейна: нижнеэлсмирский, верхнеэлсмирский, рифтовый, нижнебрукский и верхнебрукский (Thurston, Theiss, 1987; Sherwood et al., 1998).

Элсмирские (верхний девон (?)-среднеюрские) отложения (ограничены в подошве ОГ EU и в кровле ОГ JU) представлены в основном мелководно-морскими и шельфовыми образованиями плитного чехла: известняками, глинистыми сланцами, в меньшей степени алевролитами, песчаниками и конгломератами. Данные отложения слагают нижнеэлсмирский и верхнеэлсмирский комплексы.

Рифтовый комплекс (верхняя юра-нижний мел, ограничен ОГ JU и BU), объединяющий формации Верхний Кингак, Купарук и Пейл Шейл, несогласно залегает на подстилающем верхнеэлсмирском комплексе. Отложения преимущественно песчаных формаций Верхний Кингак и Купарук перекрыты глинистыми образованиями свиты Пейл Шейл. Основным источником сноса обломочного материала во время формирования рифтового комплекса располагался в пределах хребта Брукса. Отложения развиты в прогибе Колвилл, где их максимальные мощности по сейсмическим данным достигают 7600 м. Вскрытая мощность комплекса в скв. Туналик составляет 925 м.

Нижнебрукский комплекс (апт – верхний мел, ограничен ОГ BU и mBU), в составе которого выделяются формация Торок, группа Нанушук и формация Колвилл, несогласно контактирует с нижележащими отложениями рифтового комплекса. Формация Торок сложена аргиллитами, глинами с редкими прослоями песчаника, сформировавшимися в различных обстановках седиментации — от глубоководно-морских до мелководно-морских, а также от продельтовой части дельты до её фронта. Залегающие выше отложения группы Нанушук представлены мелководно-морскими, прибрежно-морскими и прибрежно-континентальными образованиями, включающими песчаники, конгломераты, угли и глины. Разрез нижнебрукского комплекса венчается глинистыми и песчаными отложениями формации Колвилл. Вскрытая мощность нижнебрукского комплекса в скв. Туналик составляет 3240 м, в то время как суммарная мощность в осевой части прогиба Колвилл, установленная по сейсмическим данным, превышает 8000 м (Бурлин, Шипелькевич, 2006).

Верхнебрукский комплекс (ограничен в основании ОГ mBU) кайнозойского возраста, залегающий с угловым несогласием на нижнебрукском, сложен (в низах) песчано-глинистой формацией Сагаванирктук, представленной глинами, песками и конгломератами, а также плиоцен-четвертичными морскими, аллювиальными и

оловыми отложениями формации Губик. Согласно сейсмическим данным мощность верхнебрукского комплекса и формации Колвилл в разрезах моря Бофорта превышает 10500 м (Thurston, Theiss, 1987).

Комплексы отложений, установленные по скважинам и выделенные на временных разрезах сейсморазведочных профилей в американской части Чукотского моря, методом аналогии были выделены также и в российской части акватории (Burlin, Schipel'kevich, 2006). Граница сейсмокомплексов в российской части акватории в большинстве случаев связаны с поверхностями эрозионных и угловых несогласий различных масштабов в зависимости от интенсивности протекавших тектонических событий и колебаний уровня мирового океана.

Стратиграфия Северо-Чукотского бассейна

В основу сопоставления сейсмокомплексов и их соотношения в Северо-Чукотском бассейне в рамках данной работы легли временные разрезы компаний ION-GXT (американский сектор) и TGS-Nорес (российский сектор). На обеих группах разрезов подошва элсмирского комплекса, отвечающая кровле фундамента, соответствует поверхности, выше которой отмечается регулярная запись в волновом поле, а сам нижний комплекс характеризуется выдержанной мощностью на большей части исследуемой акватории без существенных признаков тектонических осложнений, что указывает на относительно спокойный этап осадконакопления в пределах российской части Северо-Чукотского бассейна.

Рифтовый комплекс, сопоставленный с таковым в американской части, представлен отложениями, выраженными в волновом поле более низкочастотной составляющей, выдержанными по мощностям на большей части исследуемой акватории и постепенно возрастающими в направлении центральной части бассейна, что характеризует начало рифтогенного развития бассейна.

Залегающий стратиграфически выше нижний подкомплекс нижнебрукского комплекса отвечает, вероятно, фазе активного рифтогенеза. Он развит в полуграбенах и отличается ступенчатым характером изменения мощностей осадков, контролируемым разломами. Подкомплекс ярко выражен на временных разрезах, идентифицируется в американской акватории по данным бурения скважин и прослеживается к западу в российскую часть, что дает основание полагать о сходстве и синхронности развития этих двух зон единого бассейна.

Стратиграфия Южно-Чукотского бассейна

В Южно-Чукотском бассейне несогласия моложе эоценового возраста установлены по результатам привязки разреза к скважинам в американской части и по серии сейсмопрофилей в российской акватории. В зоне сочленения российской и американской частей Чукотского моря на временных разрезах наблюдается перекрытие сейсмопрофилей протяженностью около 5,5 км. Здесь нами были прокоррелированы отражающие горизонты верхней (постпалеоценовой) части разреза в исследуемом регионе, имеющей стратиграфическую привязку в американской зоне по 5 поисково-разведочным скважинам. Меловая и палеоценовая части разрезов подверглись молодым сбросовым деформациям, предположительно, эоценового возраста, в результате чего непосредственная привязка ОГ стала практически невозможной. В связи с этим идентификация более древних поверхностей несогласий была основана нами на результатах анализа разрезов обнажений на суше.

Мел-раннепалеоценовый комплекс, отвечающий рифтовому этапу, ограничен в кровле ярко выраженной поверхностью углового несогласия mBU и характеризуется значительной деформированностью. Причиной этому послужили процессы конвергенции между Северо-Американской и Евразийской плитами в конце мела-начале палеоцена, сопровождаемые в том числе интенсивным формированием взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда.

На прилегающей суше в геологическом разрезе Чаунской впадины в эоцен-четвертичном интервале были установлены раннеолигоценовый, раннемиоценовый, предплиоценовый и предчетвертичный перерывы в осадконакоплении (Казаринов, Лаухин, 1985).

В неоген-четвертичном интервале разреза Валькарайской впадины установлены среднемиоценовый, позднемиоценовый, эоплейстоценовый и голоценовый перерывы в осадконакоплении (Сухорослов, 1978). В разрезе Ванкаремской впадины, включающем отложения мелового-четвертичного возрастов, были выделены раннепалеоценовый(?) - раннемиоценовый, среднемиоценовый, позднемиоценовый, предплиоценовый, эоплейстоценовый и голоценовый перерывы в осадконакоплении (Лаухин, 1989).

По результатам анализа вышеуказанных материалов по сухопутным разрезам, обобщения сейсмических данных с использованием эпейрогенической кривой Вэйла, а также сведений об известных в американской части акватории тектонических событиях нами была выполнена стратиграфическая привязка горизонтов в кайнозойском разрезе Южно-Чукотского бассейна.

ОГ "eOU", сопоставляемый с поверхностью раннеолигоценового размыва, маркирует сверху разрез палеоцен-эоценовых отложений. Они заполняют неровности в палеорельефе после предкайнозойского размыва и с разными временными толщинами перекрывают меловой интервал разреза.

Олигоцен – раннемиоценовый этап развития региона отвечает обстановке термального погружения, сопровождаемой транспрессионными или компрессионными деформациями (Толсон, 1990; Натальин, 1999; Драчев, 2001). Комплекс пород, накопившийся в течение данного этапа, ограничен сверху ОГ "mNU", отождествляемым с поверхностью среднемиоценового размыва. Отложения олигоцен-нижнемиоценового комплекса выражены в волновом поле хаотичными непродолжительными отражающими границами. В районе Врангелевско-Геральдовской гряды отложения этого интервала залегают на породах фундамента.

ОГ "LNU" приурочен к поверхности предплиоценового размыва. Плиоценовые отложения имеют различную временную мощность и перекрывают более ранние миоценовые отложения. Их кровля контролируется ОГ "QU", отождествляемым с поверхностью эоплейстоценового несогласия. В целом неогеновые отложения практически полностью нивелируют неровности рельефа нижезалегающих образований.

1. Южно-Чукотский бассейн был сформирован в результате рифтогенеза апт-позднемелового возраста, развивавшегося в северной части Новосибирско-Чукотской мезозойской досреднеаптской складчатой системы

Постороженный коллапс Новосибирско-Чукотской складчатой системы, испытавшей интенсивные деформации сжатия в позднеюрско-раннемеловой этап, ориентировочно, до баррема включительно (Sokolov et al., 2002; 2009), стал причиной формирования Южно-Чукотского бассейна в южной части акватории Чукотского моря. В основании Южно-Чукотского бассейна развиты многочисленные сбросовые структуры (грабены и полуграбены), а в некоторых частях акустического фундамента прослеживаются комплексы (пластины) пород, развивавшиеся, вероятно, в условиях, как постколлизийного растяжения, так и сдвиговых деформаций. В ряде зарубежных публикаций (Tolson, 1987 и др.) отмечается значительный вклад правосторонних сдвиговых смещений в формировании бассейна Хоуп, являющегося юго-восточным продолжением Южно-Чукотского.

Судя по характеру распределения отложений в грабенах и полуграбенах, а также по их мощностям было сделано предположение об апт-альбском времени начала рифтогенных процессов в Южно-Чукотском бассейне (Рис. 2). Рифтинг продолжался вплоть до наступления этапа конвергентных деформаций между Североамериканской и

Евразийской плитой. Временной интервал которого оценивается от второй половины позднегемела до эоцена (70-55 млн. лет, по Harbert, 1990).

На части временных разрезов ниже поверхности несогласия, отвечающей кровле акустического фундамента и, ориентировочно, соответствующей рубежу неоком-апт, выделяется комплекс слоистых отложений. Можно предположить, что этот комплекс сложен синколлизионными (синорогенными) отложениями межгорных впадин (Верзбицкий и др., 2010; Verzhbitsky et al., 2012), аналоги которых представлены позднеюрско - раннемеловыми (доаптскими) турбидитами и широко развиты в пределах Южно-Анюйской сутуры и Раучуанского бассейна Чукотки (Казаринов, Лаухин, 1985).

На карте распределения мощности рифтового комплекса Южно-Чукотского бассейна, построенной в рамках данной работы (рис. 3), прослеживается блоковое, нерегулярное распределение зон повышенных мощностей и отсутствие единой вытянутой структуры, типичной для классических рифтовых бассейнов. Многочисленные признаки сдвиговых деформаций, отмеченные как в пределах российской и американской континентальной частей, так и в акваториальной зоне (будут описаны ниже), позволяют предположительно отнести отдельные впадины Южно-Чукотского бассейна к типу «pull-apart» (Mann, Hampton, Burke и др., 1983).

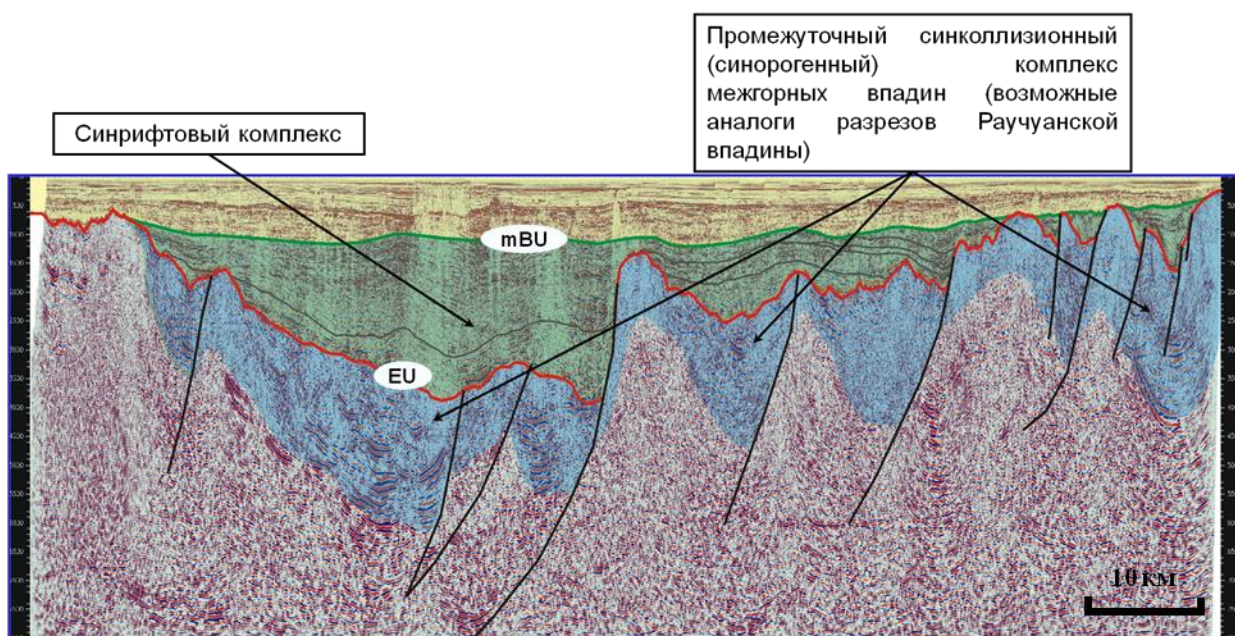


Рис. 2. Примеры выраженности рифтовых систем в разрезе Южно-Чукотского бассейна.

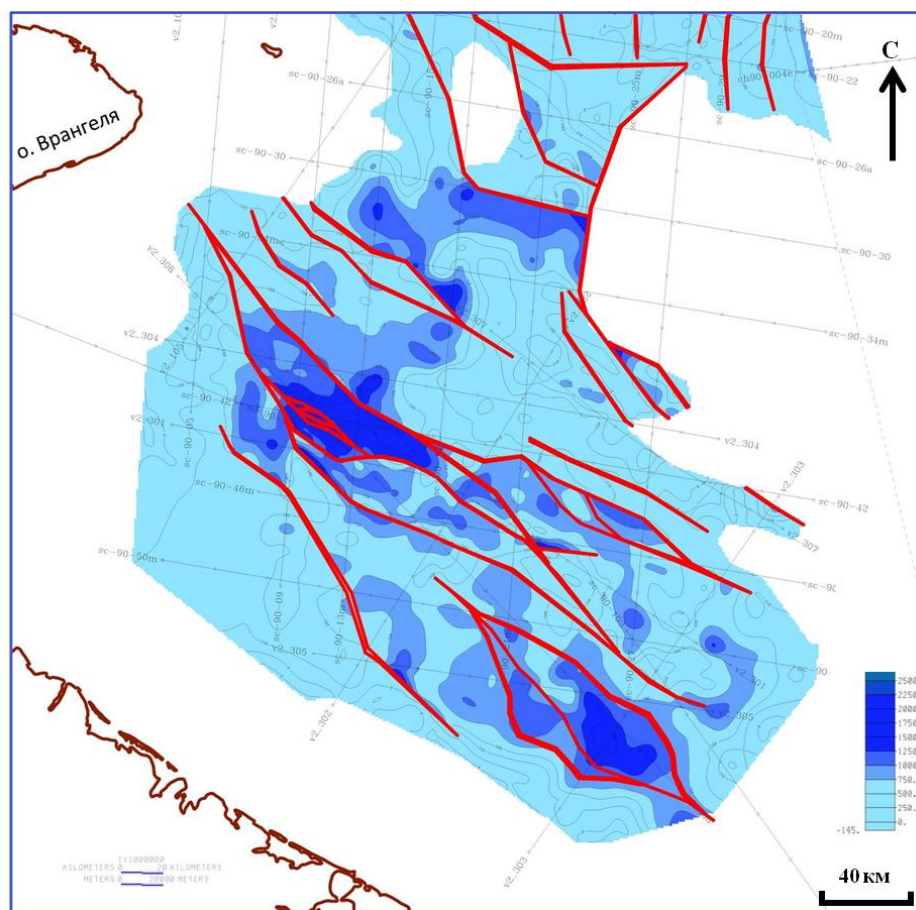


Рис. 3. Характер распределения мощностей рифтового комплекса в Южно-Чукотском бассейне.

2. В Южно-Чукотском бассейне широко развиты структуры, связанные с трансензионными и транспрессионными деформациями

Основание Южно-Чукотского бассейна, как отмечалось ранее, представлено раннемезозойским складчатым фундаментом, нарушенным многочисленными более поздними сбросовыми структурами. Последние, по-видимому, развивались при существенном влиянии присдвигового растяжения (по механизму pull-apart). Таким образом, формирование Южно-Чукотского бассейна происходило в условиях общерегионального растяжения и погружения после становления позднеюрско - раннемеловой Новосибирско-Чукотской складчатой системы.

Продолжительность тектонических движений различной амплитуды и скорости смещения блоков в исследуемой зоне охватывают широкий временной диапазон, включающий апт-раннепалеоценовый этап, который завершился сжатием и формированием поверхности резкого углового несогласия (поверхность размыва mBU), а также кайнозойский период, характеризующийся в разрезе проявлением нескольких поверхностей угловых несогласий с меньшими масштабами эрозии.

На основе анализа фактических материалов нами было установлено, что большинство известных в Южно-Чукотском бассейне событий сопровождалось сдвиговыми деформациями, которые, в свою очередь, стали причиной формирования многочисленных присдвиговых структур, в том числе типа «pop-up», различной амплитуды и морфологических типов (Рис. 4). Распределение этих структур по площади

бассейна тесно связано с тектоническим строением фундамента, а именно с его разломными зонами.

На временных сейсмических разрезах присдвиговые структуры имеют блоковое строение, в виде клиноподобных элементов, отделенных друг от друга многочисленными разломами, сходящихся в основании в единую структуроопределяющую сдвиговую зону.

Морфология структур дает основание полагать о развитии правосторонних сдвигов, что подкрепляется результатами геолого-структурных исследований на острове Врангеля (Verzhbitsky et al., 2012).

Реконструкция этапов структурообразования в осадочном чехле акватории Чукотского моря выполнена нами на основе анализа характера сейсмической записи волновой картины и результатов интерпретации основных отражающих горизонтов, представляющих в большинстве случаев региональные поверхности размылов. В результате было установлено, что развитие и распространение присдвиговых структур носит разнородный характер, в зависимости их принадлежности к тектоническим зонам акватории Чукотского моря (Рис. 5).

Так, в южной части Чукотского моря в западном направлении происходит смена общего тренда простирания структурообразующих разломов, развитых в фундаменте и осадочном чехле, с северо-западного на северо-северо-западное.

Наиболее высокоамплитудная и выраженная в структурном плане бассейна Ушаковская антиклинальная зона, расположенная между прогибами Шмидта и Срединным, на ранней стадии изучения выделялась как результат соляного или глиняного диапиризма. Однако, нами на основании современных данных были сделаны выводы об ее формировании в результате сжатия в зоне изгиба плоскости сдвига, разделяющей два блока, подстилающих осадочный чехол. В структуре Ушаковской зоны выделен ряд поднятий, проявленных в апт-миоценовой части разреза, которая выше субгоризонтально перекрыта плиоцен-четвертичными отложениями. Характерный морфологический облик и соотношение комплексов пород, слагающих структуры, свидетельствуют об их преимущественно конседиментационных условиях роста.

Анализ структурного плана бассейна показал, что распространение различных по времени формирования инверсионных структур носит следующий характер: на западе и в центральной частях Южно-Чукотского бассейна проявлены инверсионные структуры преимущественно олигоцен-миоценового возраста, а на востоке, ближе к Чукотской зоне грабенов и горстов, развиты пострифтовые структуры позднемелового-палеоценового возраста.

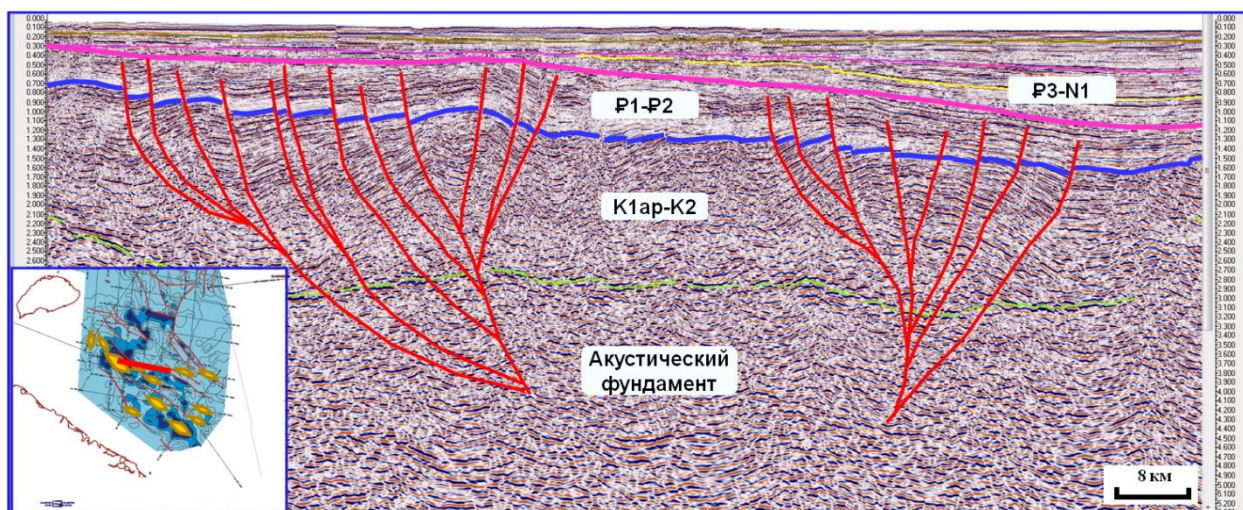


Рис. 4. Примеры присдвиговых структур в Южно-Чукотском бассейне.

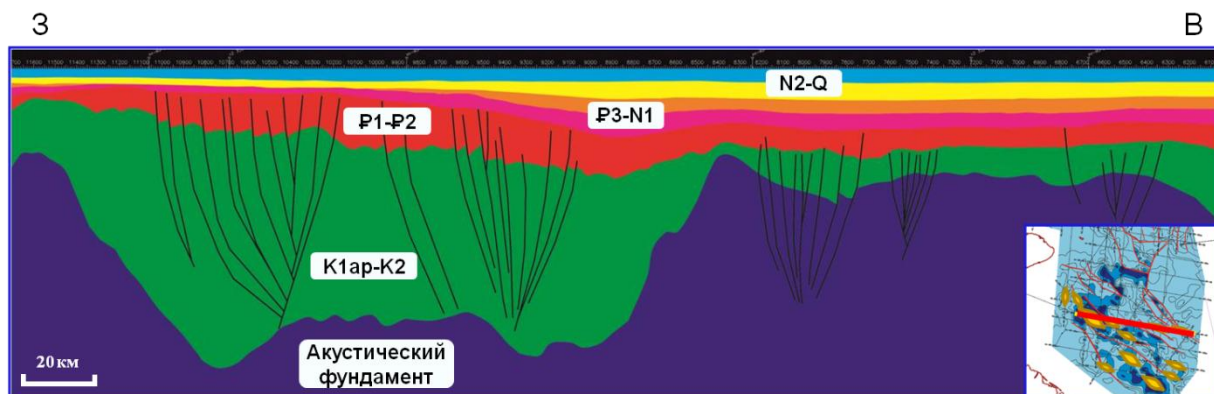


Рис. 5. Соотношение присдвиговых структур в разрезе Южно-Чукотского бассейна по времени формирования: древние - в восточной части, более молодые - в западной.

3. Северо-Чукотский бассейн был заложен в результате рифтогенного растяжения, наиболее активный этап которого относится к апт-альбскому времени. В эоценовое время в результате нового этапа растяжения в регионе сформировались субмеридиональные грабены

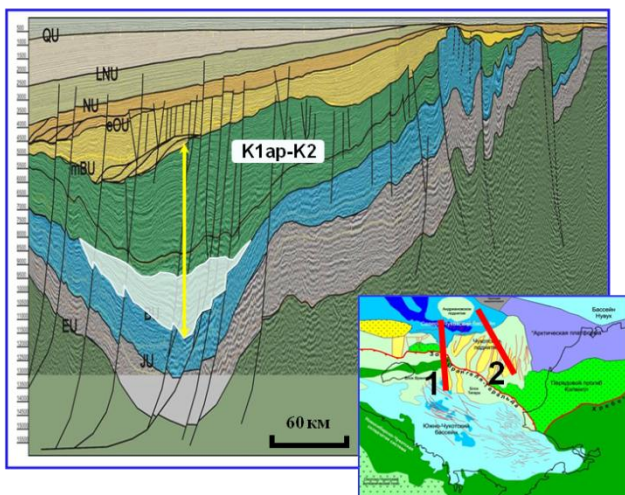
Для сопоставления тектонических событий, а также влиявших на них факторов в российском и американском секторах Северо-Чукотского бассейна нами были использованы опубликованные материалы результатов интерпретации сейсмических профилей компании ION GXT (ChukchiSPAN, 2006 г.), увязанных с данными трех морских скважин, а также данные компании TGS Norpec в российском секторе (2006 г.).

С учетом предполагаемого нами смещения времени основных тектонических событий, происходивших в российской и американской акваториях моря, обозначился ряд несоответствий в названиях комплексов и реальных тектонических событий, протекавших в пределах исследуемой акватории. Это касается, в частности, так называемого «рифтового» комплекса.

По результатам интерпретации сейсморазведочных материалов российской части и сопоставления их с американской в основании апт-кайнозойского (брукского) комплекса нами был выделен подкомплекс, характеризующий синрифтовые условия осадконакопления (Рис. 6). Он имеет существенные черты сходства с аналогичными образованиями в американской части Северо-Чукотского бассейна, где апт-альбский комплекс отвечает основному этапу рифтогенеза (Embry, 1998).

Распространение этого комплекса в Северо-Чукотском бассейне, установленное по результатам построения структурных карт и анализа толщин, носит типичный для большинства рифтогенных прогибов линейно-вытянутый характер и продолжается в северо-западном направлении. На временных разрезах выделяемый подкомплекс характеризуется признаками лавинного осадконакопления (резкого увеличении толщин), компенсировавшего погружение в грабенах, что характерно для синрифтового этапа развития. Вышележащие породы пострифтового этапа имеют относительно выдержанные мощности и повсеместно перекрывают более ранние меловые отложения.

1. Российский сектор



2. Американский сектор

Popcorn

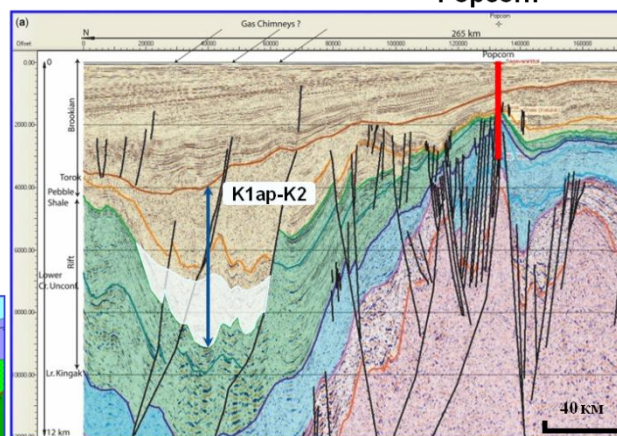


Рис. 6. Сравнительный анализ строения осадочного чехла российского и американского секторов Северо-Чукотского бассейна.

Следует отметить, что выделяемое ранее рядом исследователей на северо-востоке бассейна Андриановское поднятие носит локальный характер и не является северным субширотным обрамлением Северо-Чукотского бассейна. Это положение согласуется и с результатами магнито- и гравиметрических исследований, предполагающих развитие бассейна в северо-северо-западном направлении. По данным гравимагнитных исследований Андриановское поднятие является частью южного обрамления Чукотского плато (Borderland).

На ряде временных разрезов в средней части российской акватории Чукотского моря установлены признаки молодых деформаций растяжения, проявившиеся в виде полуграбенов субмеридиональной ориентировки. Они развиты, преимущественно, по более древней сбросовой системе, реактивированной в эоценовый этап развития, предположительно, синхронно со временем образования молодой системы сбросов в американской акватории (рис. 7).

Факты развития интенсивных деформаций растяжения, протекавших в эоценовую эпоху становления Чукотоморских бассейнов в американской акватории, отмечаются в публикациях российских и американских исследователей (Натальин, 1999). Эти деформации сопровождалось образованием многочисленных грабенов и полуграбенов различных размеров и образующих единую систему преимущественно северо-северо-восточной ориентировки.

На субширотном морском профиле, проходящем севернее о. Врангеля выделяется полуграбен шириной около 70 км, осложненный системой сбросов с различными значениями амплитуд смещения. Наибольшая амплитуда смещения в западной части структуры составляет около 1 км. Осадочный комплекс, отвечающий этапу растяжения ограничен в кровле раннеэоценовой региональной поверхностью несогласия (ОГ eOU), отвечающей началу пострифтового погружения.

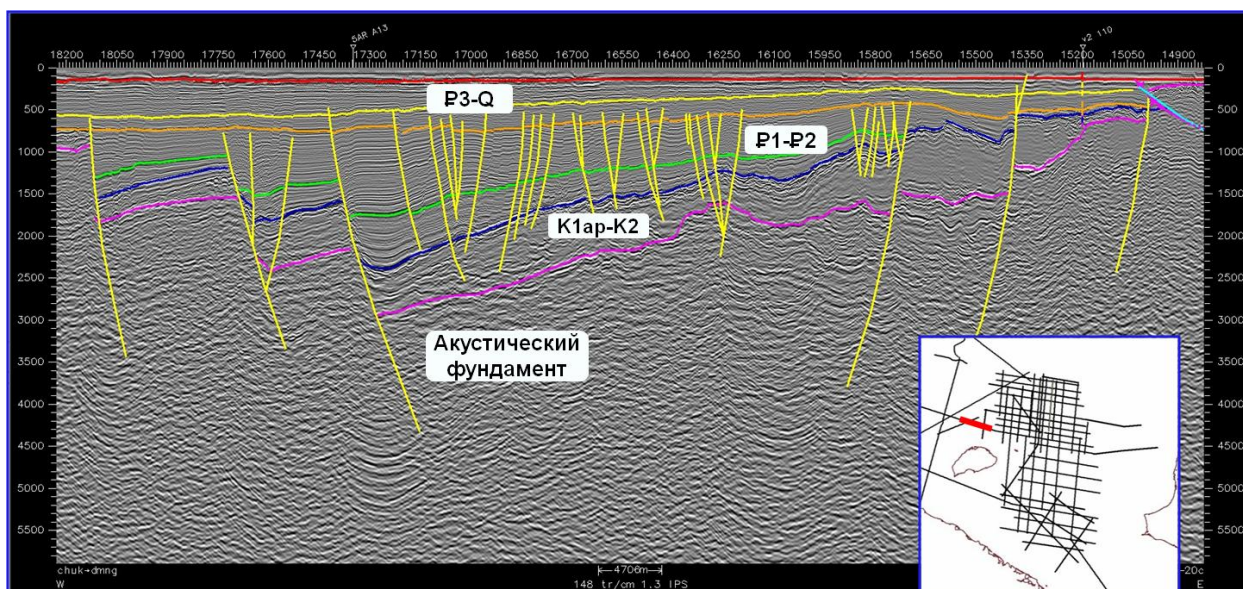


Рис. 7. Пример эоценового полуграбена в Северо-Чукотском бассейне.

4. Современная структура взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда формировалась с конца позднего мела и приобрела окончательный облик в позднем миоцене. Тектонические процессы в исследуемой зоне послужили причиной формирования антиклинальных структур на южном борту Северо-Чукотского бассейна

Взбросо-надвиговая зона Врангеля-Геральда была заложена на раннем этапе (J_3 - K_1) формирования Новосибирско-Чукотской складчатой системы и продолжила свое развитие в позднемеловое-кайнозойское время. Поверхности размыва позднемелового-палеоценового возраста, установленные в разрезах на о. Врангеля (Kos'ko et al., 1993; Косьюко и др., 2003), отвечают наиболее активному этапу формирования взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда, сопровождаемому интенсивной эрозией и сносом осадков в северном направлении – в сторону погружения фундамента Северо-Чукотского бассейна.

Развитие взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда было определяющим в формировании перед ее фронтом (на южном борту Северо-Чукотского бассейна) обширной зоны дислокаций, объединившей в себе многочисленные конседиментационные антиклинальные структуры, крупнейшими из которых являются Академическая, Мамонтовская и Линейная (Рис. 8). Палеорекострукции основных этапов становления указанной зоны дислокаций, выполненные на основе интерпретации профилей сейсморазведочных данных через Академическую и ряд менее амплитудных структур, позволили установить определяющие этапы компрессионных тангенциальных воздействий северного направления со стороны взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда.

По результатам палеорекострукций, выполненных помимо установленных ранее региональных несогласий в разрезе нижнебрукского комплекса была выделена дополнительная поверхность несогласия локального характера, названная нами ВІU (Brookian Interior Unconformity). Стратиграфически эта поверхность отвечает, предположительно, событиям, протекавшим в конце позднего мела. Наиболее ярко данная граница прослежена на палеотектоническом разрезе, отвечающем времени начала формирования Академической структуры. В пределах остальных структур данная поверхность перерыва также выражена в виде углового несогласия различной степени интенсивности в верхней части нижнебрукского комплекса.

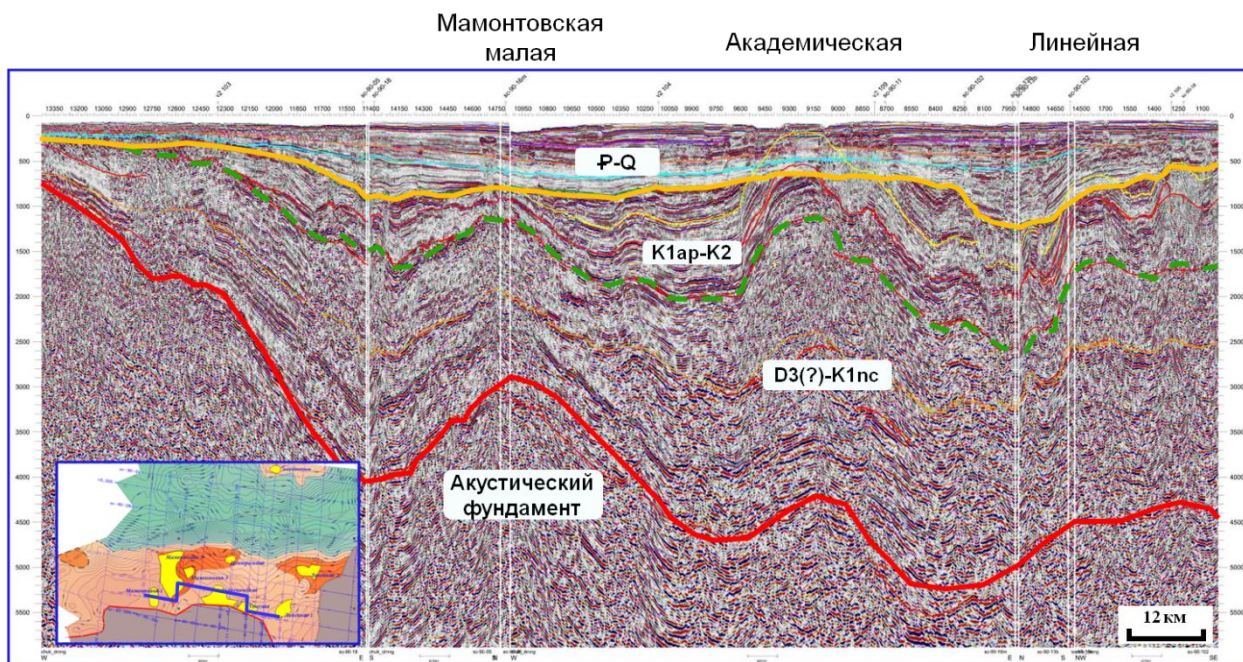


Рис. 8. Комбинированный сейсмический разрез через крупнейшие антиклинальные структуры южного борта Северо-Чукотского бассейна.

Сходная поверхность несогласия выделялась ранее исследователями в разрезе американской части Чукотского моря (USGS, 2008). Её образование интерпретировалось здесь как результат взбросо-надвиговых движений с юга со стороны хр. Брукса. Комплексы пород, расположенные выше и ниже указанного выше ОГ, имеют существенные различия в характере волнового поля, что свидетельствует о различных условиях осадконакопления. Так, более низкоамплитудные (менее яркие) отложения в нижней части разреза, в записи которых встречаются локальные незначительные несогласия, сопровождающие малые тектонические подвижки в сторону углубления бассейна, сменяются в верхней части более яркими фрагментами сейсмической записи.

Тип записи, соответствующий «кровельному срезанию» нижнего комплекса под поверхностью BUint указывает на начало инверсионных движений в пределах Академической структуры под действием со стороны формирующейся взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда.

Мощности эродированных толщ на Академической структуре, варьируют от 500 м в западной и восточной краевых частях до 1500 м в ее своде, указывая на интенсивные деформации до начала кайнозойского этапа осадконакопления. Сейсмическая запись типа «подошвенного прилегания» картируется выше поверхности предкайнозойского несогласия (горизонт mBU) на всей площади исследуемой зоны.

Осложнение сейсмических разрезов многочисленными разломами и развитыми вдоль них сбросо- и взбросо-сдвиговыми структурами, а также интенсивные взбросо-надвиговые дислокации характерны для нижнего интервала разреза до отражающей границы mBU, что свидетельствует о прекращении этапа высокой тектонической активности к началу эоцена.

Помимо Академической структуры в исследуемой северной части акватории Чукотского моря выделяется ряд других крупных антиклиналей (Мамонтовая-1 и Утесная), схожих с ней по строению. Различия между ними заключаются лишь в масштабах эрозии пород, что указывает на разную интенсивность взбросо-надвиговых деформаций в пределах различных участков вдоль фронта складчато-надвигового пояса.

На геолого-геофизических разрезах наблюдается заметное увеличение амплитуды и площади предкайнозойского размыва при движении от западных структур к восточным. Более ранние тектонические события имеют обратную закономерность проявления. По результатам проведенного анализа, можно предположить, что зона максимального сжатия в процессе продвижения фронта дислокаций взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда смещалась по дуговой траектории от западной части акватории Чукотского моря к центральной.

Многочисленные признаки менее значительных деформаций отмечаются в кайнозойском интервале разреза Северо-Чукотского бассейна. Они проявлены в виде малоамплитудного срезания осадков в сводовых частях структур ниже четвертичных отложений. Схожие признаки молодых деформаций отмечались нами и в Южно-Чукотском бассейне на примере Ушаковской структуры. Возраст наиболее молодого срезанного осадочного комплекса пород соответствует, предположительно, раннему неогену, что согласуется с отмеченным ранее Б.А. Натальным (1999) завершающим среднемиоценовым этапом формированием бассейна Хоуп.

В процессе позднего этапа деформаций произошла, по-видимому, реактивация позднемиоценовой системы разломов северо-западного направления. В российской части Южно-Чукотского прогиба отмечалась предсреднемиоценовая(?) инверсия всего бассейна и отдельных небольших полуграбенных, наложенных на Врангелевско-Геральдскую гряду (Вержбицкий и др., 2008).

Подтверждением постмиоценовых деформаций является упоминание о тектонической активности в американской части акватории Чукотского моря в конце позднего олигоцена (около 24 млн. лет), сопровождающей молодую фазу сжатия и проявленную в хребте Брукса, прогибе Колвилл и п-ове Сьюард (O'Sullivan et al., 1997 и Moore et al., 2002). Кроме того, отмеченный ранее исследователями, факт наложения на п-ве Лисбурн взбросо-надвиговых структур Геральд-Лисбурн на складчато-надвиговые дислокации Брукса указывает на омоложение взбросо-надвиговых процессов в западном направлении, в том числе и в направлении российской части Чукотского моря. Оценка масштабов горизонтального смещения в американской части акватории, показала, что в позднеюрско-раннемиоценовой этап в зоне хр. Брукса эта величина составила около 200 км, а молодые постальбские деформации имели амплитуду смещения около 20 км, что сопоставимо с таковым, отмеченным на о. Врангеля (Kos'ko et al., 1993; 2003).

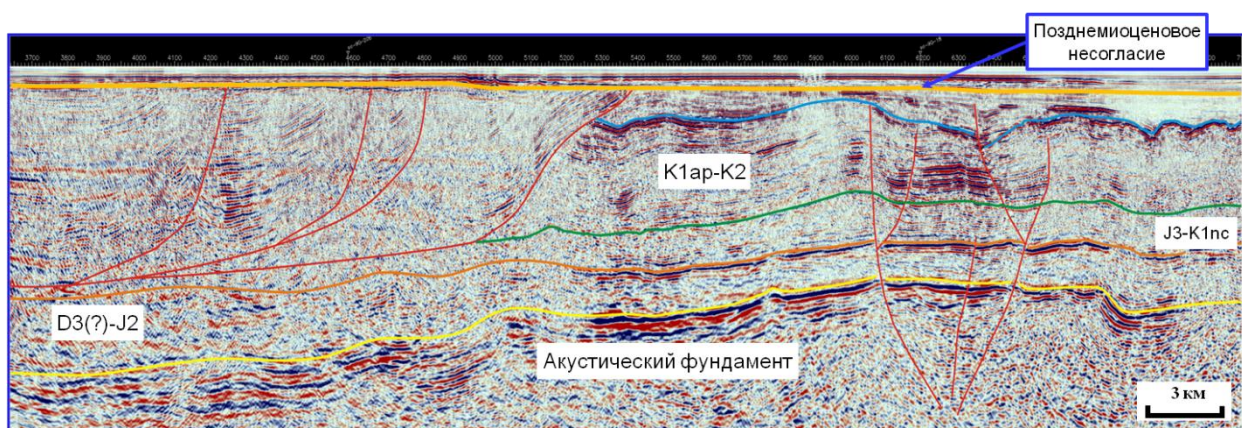


Рис. 9. Временной разрез, проходящий вкрест фронтальной зоны взбросо-надвигов Врангеля-Геральда.

Анализ и сопоставление субмеридиональных региональных сейсмогеологических разрезов к западу и востоку от острова Врангеля показал следующее.

В северной части восточного разреза в основании Северо-Чукотского бассейна залегают, предположительно, каледониды франклинского комплекса кембрий-раннедевонского(?) возраста. Выше развиты осадочные отложения элсмирского комплекса. Этап накопления элсмирских отложений характеризовался спокойными (предположительно морскими) условиями накопления осадков, привносимых в бассейн с северной части региона. Источником сноса материала служила, вероятно, древняя Гиперборейская платформа (Милановский, 1996).

Элсмирский комплекс предпозднеюрским несогласием (JU) отделен от вышележащего бофортского. В тектоническом плане этапу накопления бофортского комплекса в американской части Чукотского моря отвечает заложение рифтовой системы. В российском секторе Северо-Чукотского бассейна на бофортском этапе развития в основании бассейна закладывались сбросы (Рис. 10). Активные тектонические подвижки по ним (рифтогенный этап) происходили в апт-альбское время. В результате чего сформировался нижний синрифтовый подкомплекс брукских отложений. Вышележащий постальбский-верхнемеловой подкомплекс брукского комплекса накапливался в условиях пострифтового погружения.

Началу формирования кайнозойского комплекса повсеместно предшествовали интенсивные деформации сжатия со стороны зоны Врангеля-Геральда и современной Южно-Чукотской акватории, в пределах которых широкое развитие получили сложнодислоцированные образования поздних мезозоид. Последние послужили источником сноса обломочного материала, заполнявшего современные Южно-Чукотский и Северо-Чукотский бассейны. Взбросо-надвиговые дислокации в пределах позднемезозойской складчатой области получили дальнейшее развитие в кайнозое, что подтверждается клиноформным строением отдельных подкомплексов кайнозойского чехла к северу от нее.

На западном от о-ва Врангеля субмеридиональном разрезе отмечаются сокращенные мощности осадочного чехла в Южно-Чукотском и Северо-Чукотском бассейнах. Глубины залегания его подошвы достигают в них, соответственно, двух и девяти километров. В разрезе Северо-Чукотского бассейна тектонические нарушения проявлены менее интенсивно, чем в пределах восточного разреза, что свидетельствует о более спокойных обстановках развития данной части бассейна и его удаленности от зоны активного рифтогенеза.

Апт-кайнозойский комплекс (брукский), сформировавшийся на этапе активного рифтогенеза и пострифтового погружения, здесь в отличие от элсмирского характеризуется гораздо большими мощностями, возрастающими в северном направлении. В преднадвиговой части системы Врангеля-Геральда выделяется кайнозойский передовой прогиб. В отличие от восточного сейсмогеологического разреза, на западном профиле отсутствует поднятие, ограничивающее депоцентр погружения с севера.

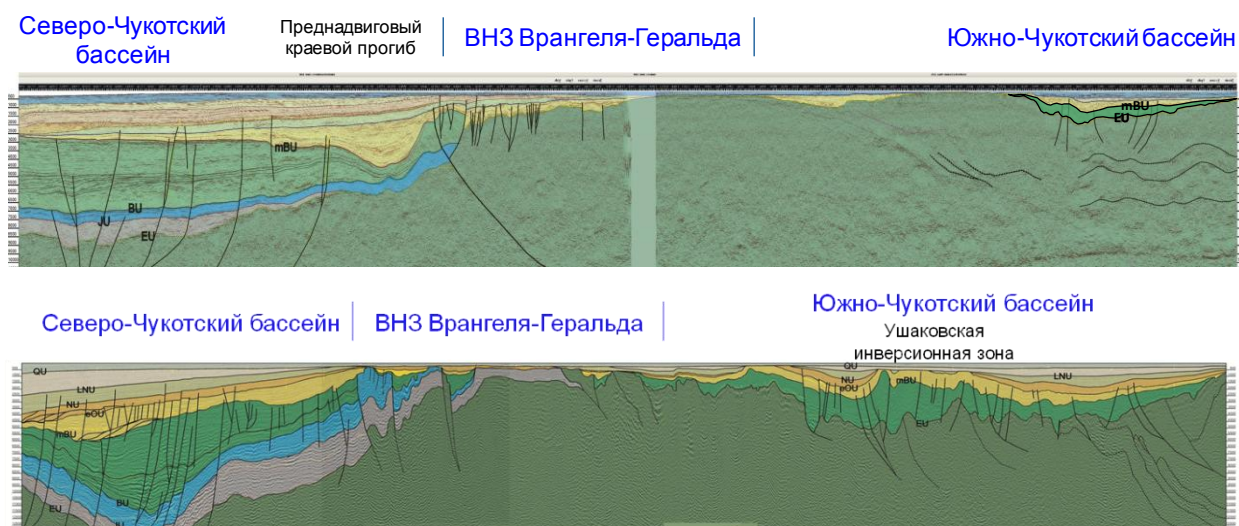


Рис. 10. Субмеридиональные региональные геолого-геофизические разрезы восточной части Восточно-Сибирского (а) и западной части Чукотского морей (б).

Заключение

1. Формирование рифтовой системы в основании Южно-Чукотского бассейна проходило в апт-поздне меловой этап до наступления этапа конвергентных деформаций на границе Североамериканской и Евразийской плит. Временной интервал погружения оценивается от второй половины позднего мела до эоцена (Рис. 11).

В распределении мощностей рифтового комплекса Южно-Чукотского бассейна отмечается блоковый, нерегулярный характер развития зон повышенных мощностей и отсутствие единой вытянутой линейной структуры, типичной для классических рифтовых бассейнов. Многочисленные признаки сдвиговых деформаций, отмеченные как на суше, так и в акватории российского и американского регионов, позволяют, предположительно, отнести отдельные впадины Южно-Чукотского бассейна к типу «pull-apart».

2. Установлено, что большинство известных в Южно-Чукотском бассейне событий сопровождалось сдвиговыми деформациями, которые, в свою очередь, стали причиной формирования многочисленных присдвиговых структур, в том числе типа «pop-up», различных амплитуд и морфологических типов.

Структурно-стратиграфический анализ структур Южно-Чукотского бассейна позволил установить, что распространение инверсионных поднятий носит зональный характер: на западе и в центральной части Южно-Чукотского бассейна распространены преимущественно инверсионные структуры олигоцен-миоценового возраста, а на востоке - ближе к Чукотской зоне грабенов и горстов – структуры пострифтового этапа, отвечающего поздне меловому-палеоценовому времени.

3. В основании апт-кайнозойского (брукского) комплекса как российской, так и американской частей Северо-Чукотского бассейна выделяется подкомплекс отложений, характеризующий синрифтовые условия осадконакопления и отвечающий апт-альбскому рифтогенному этапу формирования бассейна.

Распределение исследуемого комплекса в Северо-Чукотском бассейне носит линейный характер, типичный для большинства рифтогенных прогибов и продолжающийся в северо-западном направлении за пределами рассматриваемого региона.

В разрезе российской части акватории установлены признаки молодых (эоценовых) деформаций растяжения, проявленных в виде полуграбенов северо-северо-восточной

ориентировки, предположительно, развитых также как и в американской части Чукотского моря преимущественно по более древней реактивированной системе сбросов.

4. Формирование структур на южном борту Северо-Чукотского бассейна происходило под воздействием деформаций сжатия со стороны взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда в два этапа. Основным этапом деформаций был позднекиммерийский, наиболее ярко проявившийся во второй половине позднего мела и палеоцене. В течение второго, предположительно, позднемиоценового этапа происходил менее выраженный и малоамплитудный процесс роста структур, фиксируемый незначительными поверхностями угловых несогласий в верхней (кайнозойской) части разреза.

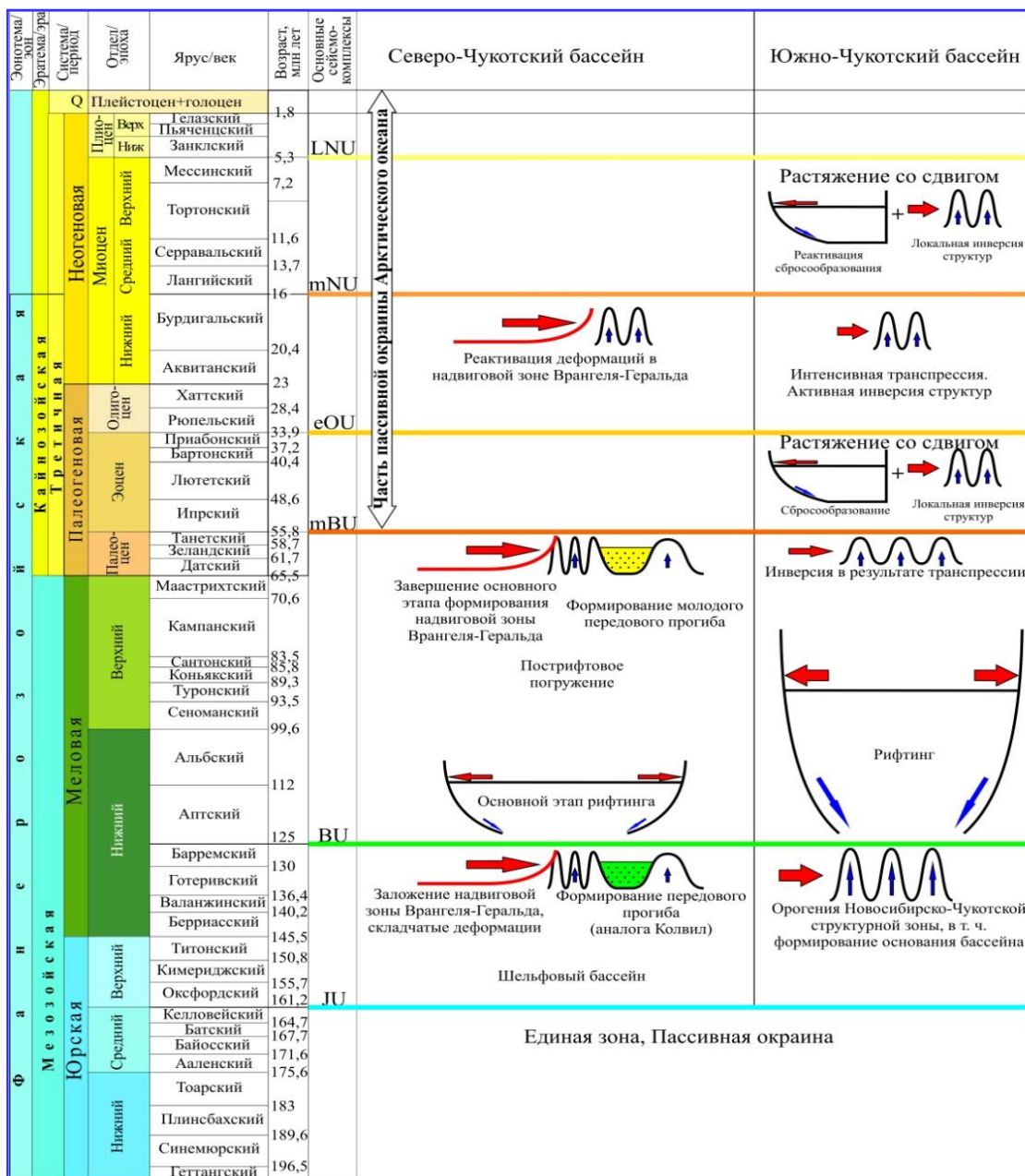


Рис. 11. Основные тектонические события в развитии осадочных бассейнов Чукотского моря.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Ихсанов Б.И.** История развития и строение Ушаковской структурной зоны в Чукотском море // Вестник Московского Университета. Серия 4. Геология. 2011. №2. – с. 60-63.
2. **Ихсанов Б.И.** История формирования структуры Академическая в Северо-Чукотском бассейне и ее связь с развитием надвиговой зоны Врангеля-Геральда // Вестник Московского Университета. Серия 4. Геология. 2012. №1. – с. 67-71.

Другие статьи и материалы конференций:

3. Тектоника осадочных бассейнов российского шельфа Чукотского моря / Малышев Н.А., Обметко В.В., Бородулин А.А., Баринаева Е.М., **Ихсанов Б.И.** Материалы XLIII Тектонического совещания: Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. ГИН РАН, Москва, 2010, Том 2, с. 23-29.
4. **Ихсанов Б.И.** Строение и история развития Ушаковской постседиментационной структурной зоны в позднемезозойское-кайнозойское время // Материалы XLIII Тектонического совещания: Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. ГИН РАН, Москва, 2010, Том 1, с. 277-280.
5. Результаты переинтерпретации объединенных сейсмических данных по акватории моря Лаптевых / Малышев Н.А., Баринаева Е.М., **Ихсанов Б.И.**, Бородулин А.А., Обметко В.В. Материалы XLII Тектонического совещания: Геология полярных областей Земли. ГИН РАН, Москва, 2009, Том 2, с. 30-32.
6. Новые представления о строении и формировании осадочного чехла шельфа моря Лаптевых / Малышев Н.А., Обметко В.В., Бородулин А.А., Баринаева Е.М., **Ихсанов Б.И.** Материалы XLII Тектонического совещания: Геология полярных областей Земли. ГИН РАН, Москва, 2009, Том 2, с. 32-37.
7. Новая модель геологического строения и истории формирования Северо-Карского осадочного бассейна и Северо-Сибирского порога / Малышев Н.А., Никишин В.А., Никишин А.М., Обметко В.В., Рейдик Ю.В., **Ихсанов Б.И.** Материалы XLIV Тектонического совещания: Осадочные бассейны и геологические предпосылки прогноза новых объектов, перспективных на нефть и газ. ГИН РАН, Москва, 31 января - 3 февраля 2012, с. 253-256.
8. **Ихсанов Б.И.**, Малышев Н.А., Никишин А.М.. Причины и следствия позднемеловых-кайнозойских деформаций в осадочных бассейнах Чукотского моря // Трофимуковские чтения - 2013: Материалы всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных ученых. Новосибирск, 2013, с. 176-179.
9. Современная геологическая модель Печорского шельфа на основе переинтерпретации данных сейсморазведки 2D / Никишин В.А., Рейдик Ю.В., **Ихсанов Б.И.**, Обметко В.В., Малышев Н.А. Материалы IV научно-практической конференции «Математическое моделирование и компьютерные технологии в процессе разработки месторождения, добычи и переработки нефти», г. Уфа, 2011.
10. **Ихсанов Б.И.** История формирования Академической структуры Северо-Чукотского бассейна и её связь с развитием взбросо-надвиговой зоны Врангеля-Геральда // Геомодель-2011:13-я международная научно-практическая конференция по проблемам комплексной интерпретации геолого-геофизических данных при геологическом моделировании месторождений углеводородов.

11. Generation of HC system and hydrocarbon potential of the Laptev Sea shelf / Malyshev N.A., Borodulin A.A., Obmetko V.V., Barinova E.M., **Ikhsanov B.I.** Oil and gas of arctic shelf, Murmansk, 2008.
12. Stratification of the sedimentary cover of the Laptev sea shelf and depositional environment / Malyshev N.A., Obmetko V.V., Borodulin A.A., Barinova E.M., **Ikhsanov B.I.** Oil and Gas of arctic shelf, Murmansk, 2008.
13. Geological Structure and Petroleum System of South Kara Basin / Malyshev N.A., Nikishin V.A., Obmetko V.V., **Ikhsanov B.I.**, Reydik Y.V., Sitar K.A. and Shapabaeva D.S.. Saint Petersburg 2012, <http://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=57706>.
14. Structure and Evolution of Sedimentary Cover Laptev Sea Concerned with Oil and Gas Content / Malyshev N.A., Obmetko V.V., Borodulin A. A., Barinova E.M., and **Ikhsanov B.I.** AAPG Search and Discover Article #90096©2009 AAPG 3-P Arctic Conference and Exhibition, Moscow, Russia.
15. South Chukchi Sedimentary Basin'S Structure Features / Malyshev N.A., Obmetko V.V., Borodulin A. A., Barinova E.M., and **Ikhsanov B.I.** AAPG Search and Discover Article #90096©2009 AAPG 3-P Arctic Conference and Exhibition, Moscow, Russia.
16. **Ikhsanov B.**, Malyshev N., Nikishin A., 2013. Rifts, Inversion and Thrust Structures in the Russian Chukchi Sea. 3P Arctic. The Polar Petroleum Potential. Conference & Exhibition, Abstract 1661219.