

УДК 55(571.568+268.53/.55)

**Косько М.К.**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового Океана имени академика И.С. Грамберга» (ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга»), Санкт-Петербург, Россия, [mkosko@mail.ru](mailto:mkosko@mail.ru)

**Соболев Н.Н.**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского» (ФГУП «ВСЕГЕИ»), Санкт-Петербург, Россия, [nikolay\\_sobolev@vsegei.ru](mailto:nikolay_sobolev@vsegei.ru)

**Кораго Е.А.**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового Океана имени академика И.С. Грамберга» (ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга»), Санкт-Петербург, Россия, [evgeny.korago@gmail.com](mailto:evgeny.korago@gmail.com)

**Проскурнин В.Ф.**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского» (ФГУП «ВСЕГЕИ»), Санкт-Петербург, Россия, [vsegei@vsegei.ru](mailto:vsegei@vsegei.ru)

**Столбов Н.М.**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового Океана имени академика И.С. Грамберга» (ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга»), Санкт-Петербург, Россия, [nstolbov@yandex.ru](mailto:nstolbov@yandex.ru)

## **ГЕОЛОГИЯ НОВОСИБИРСКИХ ОСТРОВОВ – ОСНОВА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО ВОСТОЧНО-АРКТИЧЕСКОМУ ШЕЛЬФу РОССИИ**

*Синтез геологической информации, включая новейшие полевые наблюдения и лабораторные данные, позволяет детализировать и дополнить обоснование сценария фанерозойской геологической эволюции обширного участка пассивной окраины Северного Ледовитого океана. Структурно-вещественные подразделения современного тектонического ансамбля региона различаются своим углеводородным потенциалом. Интерпретация геофизических материалов позволяет проецировать на акваторию известные на островах литотектонические комплексы и тем самым конкретизировать оценку ресурсов нефти и газа на шельфе морей Лаптевых и Восточно-Сибирского.*

*Становление континентальной консолидированной коры в районе Новосибирских островов завершилось в конце неопротерозоя – в байкальскую тектоническую эпоху. Этот обширный блок континентальной коры в течение фанерозоя развивался в различных геодинамических режимах, реконструируемых по смене седиментационных обстановок, магматическим проявлениям и эпизодам тектонических деформаций. Важнейшим из постбайкальских событий является формирование и коллизионное закрытие бассейна Ангаючам (Южно-Анжуйского). В результате сформировалась Анжуйско-Ляховская офиолитовая сутура и позднекеммерийские складчато-надвиговые системы в горных областях на материке и в тектоническом фундаменте на шельфе. Одновременно с коллизией и постколлизионным орогенезом, проявленным в районе островов Анжу и Ляховских, на островах Де Лонга имело место растяжение, документируемое трапповым*

*магматизмом. Формирование современных шельфовых седиментационных бассейнов в позднем мелу (?) – кайнозой связано с доспрединговым рифтогенезом и спредингом в Евразийском океаническом бассейне.*

**Ключевые слова:** *поздние киммериды, складчатый фундамент, консолидированная кора, шельфовые седиментационные бассейны, Анюйско-Ляховская офиолитовая сутура, пассивная окраина Северного Ледовитого океана, Восточно-Арктический шельф России, Новосибирские острова, море Лаптевых, Восточно-Сибирское море.*

## Введение

Представляется своевременным привлечь внимание к особенностям геологии Новосибирских островов, которыми следует руководствоваться при интерпретации геофизических материалов, в первую очередь сейсморазведочных, при построении обзорных тектонических и нефтегеологических карт шельфа (рис. 1). Новосибирские острова, так же как Северная Земля и остров Врангеля неоднократно описаны [Kos'ko и др., 1993; Дорофеев и др., 1999; Кораго и др., 1992; Косько и др., 2003; Кузьмин и др., 2000; Государственная геологическая карта, 1998, 1999; Вольнов и др., 1970; Тильман и др., 1970]. Эти описания сфокусированы в первую очередь на обоснование оценки рудного потенциала. Цель предлагаемой статьи высветить особенности строения архипелага, которые позволят ориентироваться в геологических моделях восточно-арктического шельфа и разобраться в хаосе вариантов геологических интерпретаций сейсмических съемок последних лет.

Восточно-Арктический шельф Евразии привлекает все большее внимание специалистов в различных областях наук о Земле. Усилия геологов и геофизиков сосредоточены на решении общенаучных и прикладных задач. Общенаучное направление реализуется в международном проекте Тектоническая Карта Арктики масштаба 1:5000 000, выполняемом под эгидой Подкомиссии по тектоническим картам Комиссии по геологической карте Мира. Из прикладных задач важнейшей является создание тектонической основы для оценки углеводородного потенциала акватории морей Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского. В этом регионе в последние годы различными организациями – МАГЭ, СЕВМОРГЕО, ДМНГ - выполнен большой объем сейсмопрофилирования МОГТ в комплексе с гравимагнитными наблюдениями, результаты которых пока не обобщены единой для всего восточно-арктического шельфа тектонической моделью. Назрела необходимость пересмотреть информацию по островным геологическим реперам, уделив первоочередное внимание особенностям, обосновывающим интерпретацию новых сейсморазведочных данных. Обращение к Новосибирским островам является первым шагом в этом направлении. Базовая информация по геологии архипелага дополнена в последние годы результатами специализированных геохимических, петрологических,

литостратиграфических, структурных исследований. Учтены также первые результаты международной экспедиции 2011 г., организованной ВСЕГЕИ и возглавлявшейся Н.Н. Соболевым.

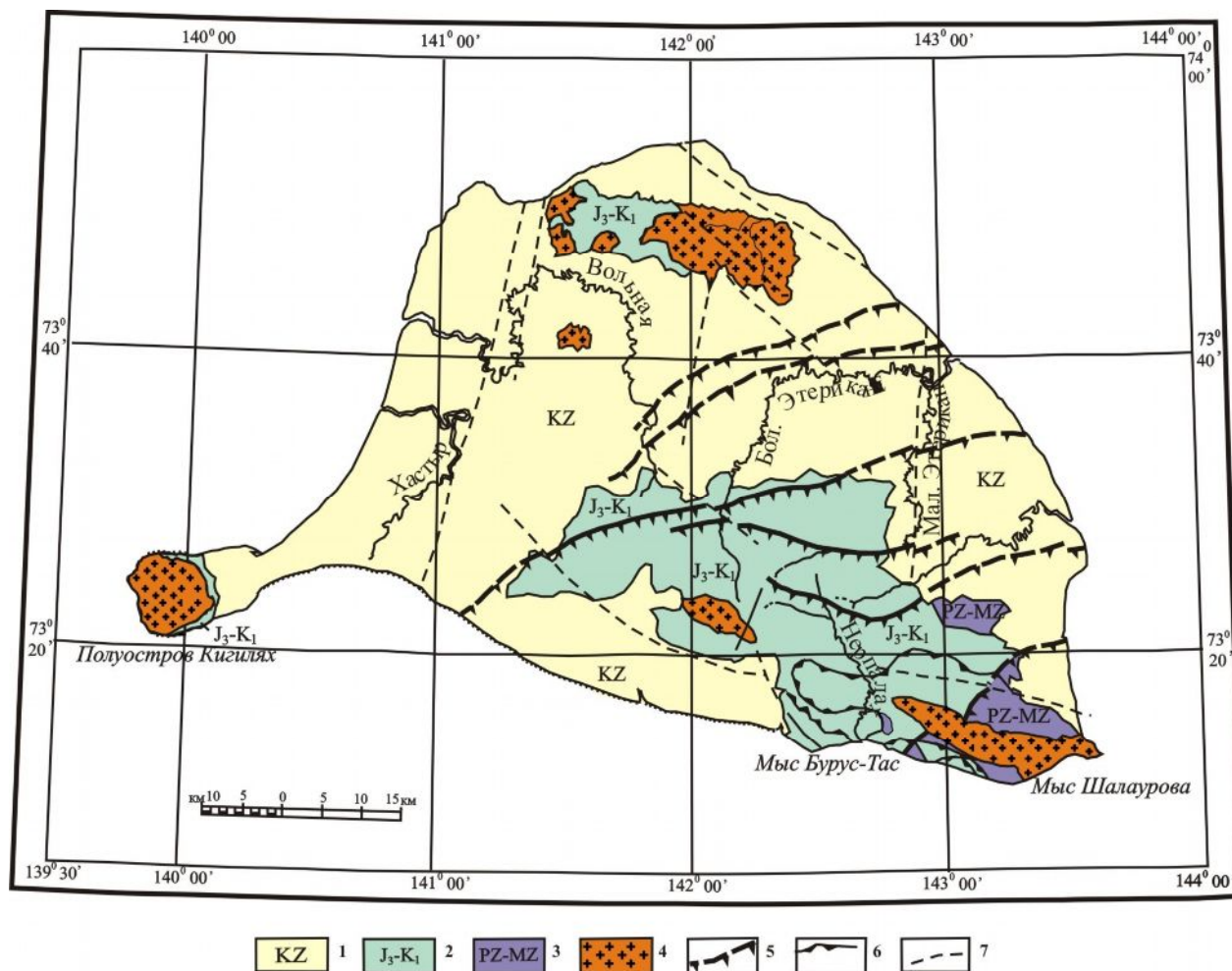


Рис. 1. Новосибирские острова. Расположение рис. 3-6, 9, 10, 12-24

### Ляховские острова

На Ляховских островах обнажены позднекиммерийские складчато-надвиговые структуры. На юго-востоке острова о. Большого Ляховского присутствуют возможно разновозрастные океанические офиолиты, на о-вах Б. Ляховском, М. Ляховском, Столбовом распространен верхнеюрский-нижнемеловой терригенный комплекс, на о. Большом Ляховском широко проявлены раннемеловые гранитоиды [Дорофеев и др., 1999; Самусин, Белоусов, 1985].

**Офиолитовый комплекс.** Оливиниты, перидотиты и серпентиниты слагают тектонические пластины совместно с базальтами и габбро-долеритами. Основные и ультраосновные породы неравномерно метаморфизованы. Отмечены гранулитовая, эклогитовая, эпидот-амфиболитовая и зеленосланцевая метаморфические фации. Наиболее распространены амфиболиты и кристаллические сланцы, встречаются глаукофановые сланцы [Кузьмичев и др., 2009]. Амфиболиты массивные и полосчатые с реликтами офитовых и миндалекаменных структур (рис. 3).



**Рис. 2. Геологическая карта о. Большого Ляховского** (по В.К. Дорофееву и др., 1999;

Государственной Геологической карте ..., 1994; А.Б. Кузьмичеву и др., 2006; Kos'ko, Korago, 2009)  
 1 – кайнозойские отложения, 2 – верхнеюрские-нижнемеловые ритмично-слоистые песчаники, алевролиты, аргиллиты, 3 — нижнепалеозойские – мезозойские метаморфизованные офиолиты, 4 – раннемеловые гранитоиды, – позднемезозойские андезиты, 5 – глубинные взбросы и надвиги, 6 – близповерхностные взбросы и надвиги, 7 – прочие разломы.

Амфиболиты образованы, возможно, по полосчатым габбро третьего слоя океанической коры и океаническим базальтам. В пользу первично магматической природы амфиболитов говорит также их химический состав. Базиты деплетированы легкими РЗЭ, что обычно для базальтов срединно-океанических хребтов [Кузьмичев, Скляров, Бараш, 2005].





**Рис. 3. Ортоамфиболиты на юго-востоке о. Б. Ляховского**

*Расположение на рис. 1. Фото Е.А. Кораго.*

Калий-аргоновый возраст ортоамфиболитов по валовым пробам:  $473 \pm 14$  млн. лет,  $215 \pm 8$  млн. лет и  $166 \pm 7$  млн. лет [Драчев, Савостин, 1993]. Наиболее древняя из этих цифр позволяет считать исходные офиолиты каледонскими океаническими образованиями.

В.К. Дорофеев считает амфиболиты и кристаллические сланцы парапорадами и датирует их протерозоем по микрофоссилиям [Дорофеев и др., 1999; Самусин, Белоусов, 1985].

Тектоническая пластина подушечных базальтов на юго-востоке о. Большого Ляховского входит в тот же пакет, что и ультрамафиты (рис. 4). Sm-Nd возраст базальтов  $291 \pm 62$  млн. лет [Драчев, Савостин, 1993]. К-Ar возраст гиадокластита из межподушечного заполнения в базальтах составляет  $133,5 \pm 4,5$  и  $139 \pm 8$  млн. лет [Кузьмичев, Складов, Бараш, 2005]. Любой из вариантов согласуется с наличием как позднемезозойских, так позднепалеозойских базитов на Чукотке, откуда офиолиты простираются на Ляховские острова. Широкий разброс изотопных датировок базальтов и амфиболитов позволяет предполагать существование разновозрастных океанических комплексов.

**Верхнеюрские-нижнемеловые отложения.** [Виноградов, Явшиц, 1975; Кузьмичев и др., 2006; Кузьмичев, Захаров, Данукалова, 2009]. Волжский – неомский терригенный комплекс широко распространен на островах Столбовом, Малом Ляховском и Большом

Ляховском. Его возраст давно и надежно определен по бухиям на о-вах Столбовом и Малом Ляховском. На о. Большом Ляховском эти отложения относились к мезозою [Ермолаев, 1932, 1937], к верхнему протерозою, к перми [Виноградов, Дибнер, Самусин, 1974; Самусин, Белоусов, 1985], к пермо-триасу (рис. 5, 6).



**Рис. 4. Базальты офиолитового комплекса, южный берег о. Большого Ляховского в районе ручья Предмайского**  
*Расположение на рис. 1. Фото Е.А. Кораго.*

Отложения представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами и филлитовидными сланцами, нередко ритмично переслаивающимися. Характерны циклиты песчаник-алевролит-аргиллит с градационной слоистостью. Отмечается слоистость течений и волновая, что определяет осаждение в приливной зоне и на глубинах, не превышающих уровень штормовых возмущений. Седиментационные характеристики и особенности захоронения двустворок в прижизненном положении показывают, что бассейн осадконакопления представлял собой шельфовый водоем, интенсивно заполнявшийся осадками.

Главным источником сноса, по-видимому, являлась позднеюрская Анюйско-Святоноская дуга, вулканические породы которой известны на юго-востоке о. Большого Ляховского и на мысе Святой Нос в непосредственной близости от побережья. Вторым источником материала служил жесткий блок севернее Ляховских островов с осадочным



чехлом, из которого происходят, в частности, многократно переотложенные окатанные цирконы. Третьим источником считаются местные ультрамафиты и амфиболиты.



**Рис. 5. Верхнеюрские-нижнемеловые отложения на юго-востоке о. Большого Ляховского, южный берег в районе ручья Предмайского**  
*Расположение на рис. 1. Фото Н.М. Столбова.*



**Рис. 6. Верхнеюрские - нижнемеловые отложения на севере о. Столбового, западный берег**  
*Расположение на рис. 1. Фото Е.А. Кораго.*

Палеонтологически обосновано наличие верхневолжских, берриасских и нижневаланжинских слоев. Позднеюрское время начала формирования осадков подтверждается трековыми датировками самой юной популяции акцессорного терригенного циркона:  $163,7 \pm 9,3$ ,  $159,0 \pm 23,8$  и  $119,6 \pm 14,5$  млн. лет [Кузьмичев и др., 2006]. Верхний возрастной предел устанавливается по прорыванию толщи аптскими гранитами.

**Раннемеловые гранитоиды.** Гипабиссальные массивы гранитов, гранодиоритов и кварцевых диоритов обнажаются на о. Большом Ляховском и по гравимагнитным данным прослеживаются на акваторию. Распознаются интрузии диорит–гранодиоритовой, гранит–гранодиоритовой и лейкогранитовой формаций.

Возраст гранитоидов апт-альбский. Многочисленные изотопные определения различными методами показывают разброс от  $110,88 \pm 0,54$  млн. лет до  $122 \pm 7$  млн. лет. [Дорофеев и др., 1999; Layer и др., 2001]. По петрохимическим характеристикам большинство меланократовых гранитоидов принадлежит доколлизийному типу, а лейкограниты и граниты – синколлизийному и посторогенному типам. Граниты, так же как и более древние образования, перекрыты кайнозойскими осадками, начиная с палеоценовых, с корой выветривания в подошве.

**Тектоника.** Тектоническая структура на юге о. Большого Ляховского складчато–надвиговая, чешуйчатая. Глубинные надвиги с падением к югу и к юго-востоку под углами  $30^\circ - 50^\circ$  пересекают остров и продолжаются на акваторию.

Юго-восточная часть о. Большого Ляховского является западным звеном позднекиммерийской коллизийной сутуры. Ляховское звено сутуры – это дуплекс, в чешуях которого обнажены в различной степени метаморфизованные разновозрастные офиолиты, вулканиты Анюйско-Святоносской вулканической дуги, терригенные отложения раннеорогенного прогиба. Коллизии предшествовало формирование краевого прогиба в поздней юре – неокоме, завершение коллизии датируется внедрением апт-альбских гранитов. На удалении от сутуры к северу и северо-западу деформации значительно слабее. На о. Столбовом на фоне пологого залегания слоев распространены многочисленные мелкие брахиформные складки, малоамплитудные сбросы и надвиги, являющиеся отдаленными отзвуками коллизийных событий. Юрско-меловые толщи на острове Малом Ляховском смяты в открытые субширотные складки с углами падения крыльев  $15-20^\circ$ , изредка до  $40^\circ$ .

Верхнеюрские – нижнемеловые толщи выполняют компенсационный раннеорогенный прогиб вдоль фронта Анюйско-Ляховской системы, который разделяет внутреннюю и внешнюю зоны поздних киммерид.



Ряд особенностей геологического строения Ляховских островов существенны для интерпретации профилей ОГТ. Складчатый фундамент не может быть древнее альбского века. В фундаменте возможно появление отдельных отражений от полого залегающих верхнеюрских и нижнемеловых слоев (о. Столбовой).

### **Острова Анжу**

На островах Анжу распространены отложения от нижнеордовикских до современных. Магматические проявления немногочисленны (рис. 7) [Косько, 1977; Косько, Бондаренко, Непомилуев, 1985; Труфанов, Белоусов, Непомилуев, 1986; Черкесова, 1975; Дорофеев и др., 1999; Kos'ko, Korago, 2009].

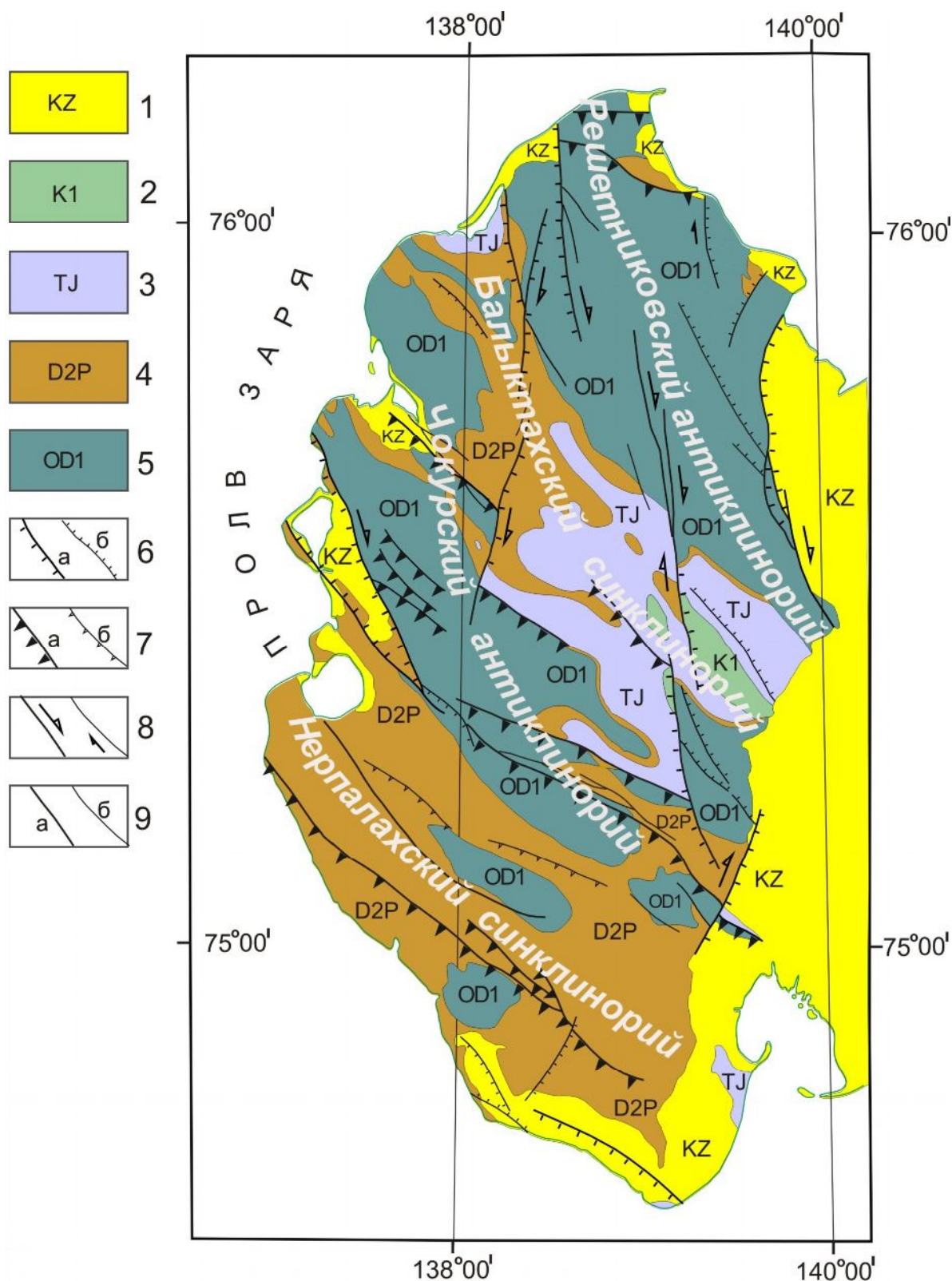
**Стратифицированные комплексы.** Нижнеордовикские - среднедевонские толщи образованы известняками, доломитами с незначительным количеством пелитовых, терригенных, алевроито-глинисто-карбонатных и кремнисто-карбонатных пород. Реконструированы обстановки осадконакопления и фациальная зональность (рис. 8).

Фациальная зональность ордовика – среднего девона на о. Котельном отражает дифференциацию вертикальных тектонических движений на фоне преобладания погружений. Отчетливо проявляется северо-западное простирание фациальных зон с мористыми, более глубоководными зонами на юго-западе. Юго-запад о. Котельного погружался интенсивнее, чем его северо-восточные районы.

В начале эйфеля имело место общее поднятие, фиксированное перерывом в разрезе на большей части о. Котельного и сменой глубоководных фаций мелководными на юго-западе. В эйфельско-живетское время существовал достаточно расчлененный рельеф, свидетельством чему служат подводно-оползневые структуры, обилие брекчий, конгломерато-брекчий и конгломератов и пестрота фаций в плане (рис. 9, 10).

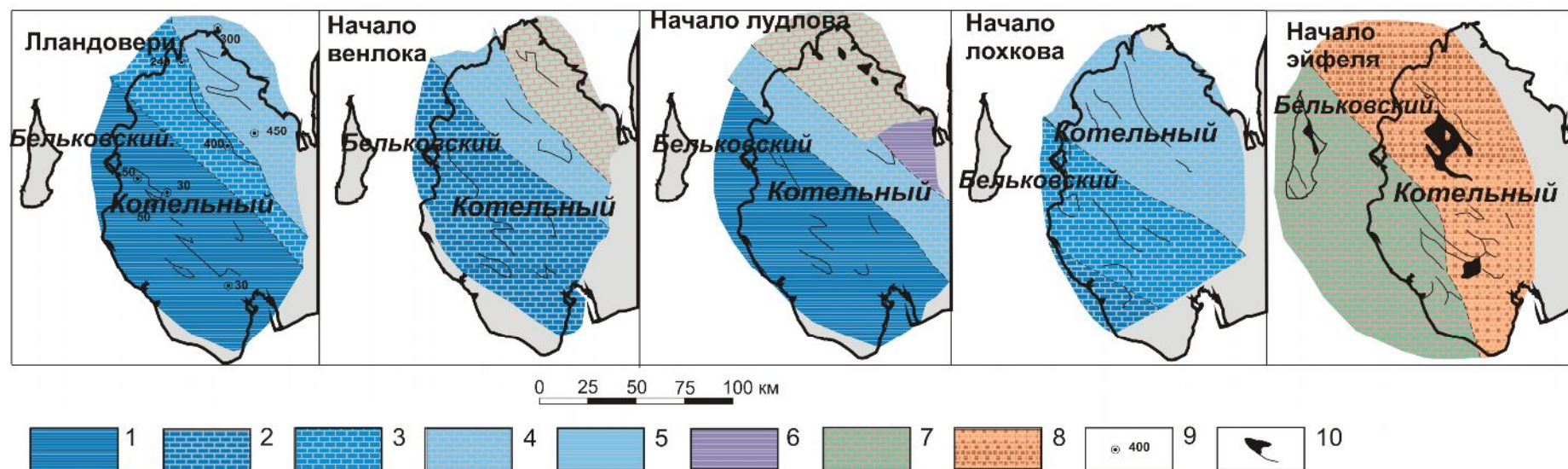
В верхнем девоне – нижнем карбоне распространены терригенные отложения открытого моря и прибрежные, лагунные и эпиконтинентальные отложения. Сохраняется северо-западное простирание фациальных зон (рис. 11) [Косько, Бондаренко, Непомилуев, 1985; Kos'ko, Korago, 2009; Данукалова, Кузьмичев, Левочкин, 2010; Миролубова, 2011].

На о. Котельном широко развит аргиллит-алевролитовый флиш, встречаются органогенные постройки. Здесь был выделен прогиб северо-западного простирания, к осевой зоне которого были отнесены также отложения на о. Бельковском. По периферии прогиба чередовались обстановки нормально соленого моря, лагунные, прибрежной равнины, отмечаются размывы и выпадение отдельных интервалов разреза. Зональность дополняется возрастанием размерности кластического материала в юго-восточном направлении.



**Рис. 7. Тектоническая схема о. Котельного**

1, 2, 3, 4, 5 – тектоно-стратиграфические комплексы: 1 – современного осадочного чехла, верхний мел – кайнозой, 2 – орогенный поздних киммерид, озерно-аллювиальная равнина, апт-альб; 3 – миогеоклинальный, мелководные морские бассейны, триас-юра; 4 – карбонатный шельф, терригенные прогибы с турбидитами, средний девон – пермь; 5 – карбонатный шельф, ордовик – нижний девон; 6, 7, 8, 9 – разрывные нарушения а) главные, б) второстепенные: 6 – сбросы, 7 – надвиги и взбросы, 8 – сдвиги, 9 – морфокинематически не определенные.



**Рис. 8. Литолого-фациальная зональность силурийских-среднедевонских отложений о-ва Анжу**

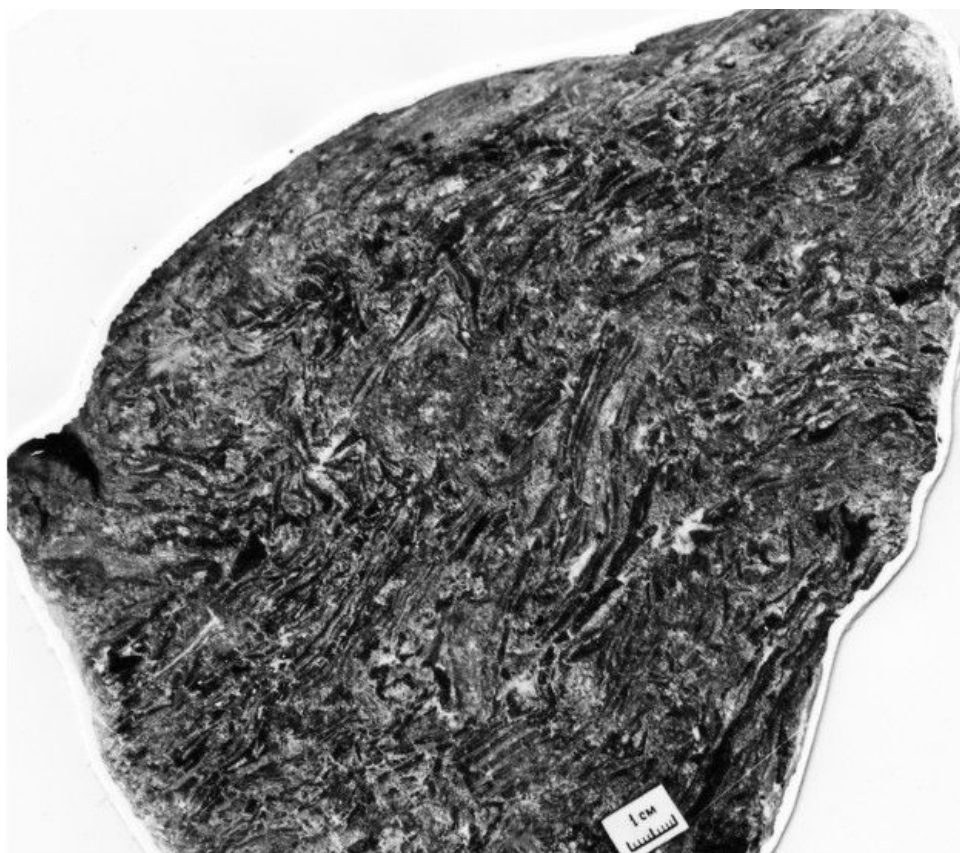
1, 2 – глубоководные фации, 1 – известняки и кремнисто-глинисто-известковые породы, 2 – известняки; 3 – глубоководные и мелководные фации неразделенные, известняки; 4,5 – мелководные фации 4 – известняки, 5 – известняки, аргиллиты, алевролиты; 6 – западинные фации, известняки и известняки с аргиллитами; 7 – мелководные и лагунные фации неразделенные, известняки с доломитами; 8 – поверхность предэйфельско-живетского несогласия; 9 – мощности в метрах; 10 – распространение на поверхности пород рассматриваемого возраста.





**Рис. 9. Конгломерато-брекчия, эйфельско-живетские отложения,  
о. Котельный, среднее течение р. Николы**

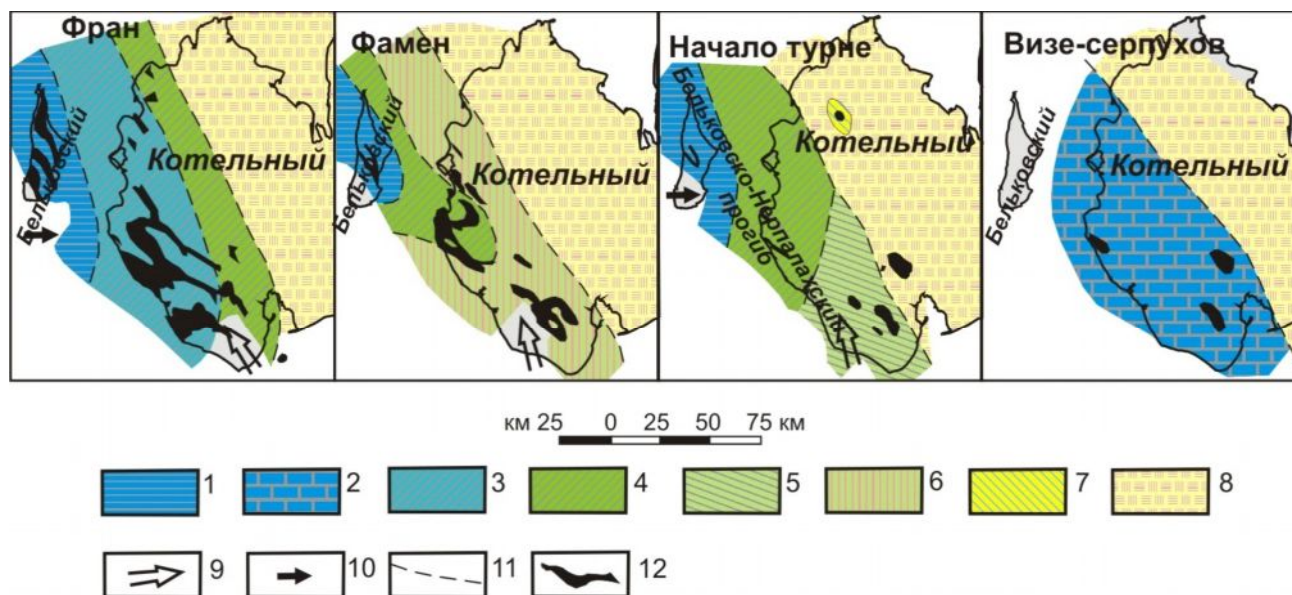
*Расположение на рис. 1.*



**Рис. 10. Оползневая брекчия, эйфельско-живетские отложения,  
о. Котельный, среднее течение р. Николы**

*Расположение на рис. 1.*

С фациальным планом (рис. 11) согласуется возрастание мощностей верхнедевонских - нижнекаменноугольных толщ на юго-западе острова.



**Рис. 11. Литолого-фациальная зональность верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений о-ва Анжу**

1, 2 – морские фации 1 – аргиллиты и алевролиты с известняками, реже с конгломератами и песчаниками, 2 – известняки, алевролиты, аргиллиты, иногда с конгломератами; 3 – лагунные и морские фации неразделенные, аргиллиты и алевролиты с песчаниками, известняками, доломитами; 4 – лагунные фации, аргиллиты, алевролиты, глины, песчаники, пески с известняками, доломитами, гравелитами; 5 – лагунные и континентальные фации неразделенные, песчаники, пески, алевролиты с аргиллитами, глинами, конгломератами, известняками, доломитами; 6 – континентальные фации прибрежной равнины, песчаники, пески, алевролиты с доломитами, аргиллитами, глинами; 7 – пресноводные фации, аргиллиты; 8 – область размыва; 9, 10 – направление сноса терригенного материала 9 – главное, 10 – второстепенное; 11 – границы фациальных зон; 12 – распространение на поверхности отложений рассматриваемого возраста.

Н.Н. Соболев, основываясь на результатах исследований 2011-2012 гг., приходит к заключению, что, начиная с позднего девона, в пределах архипелага Анжу обособляются две структурно-формационные области: Бельковская и Котельническая. В Бельковской области (о. Бельковский) с верхнего девона и по крайней мере до перми включительно формируются осадки, типичные для подводного склона: тонкий аргиллито-алевролитовый флиш с карбонатными олистолитами, олистостромами, отдельными пачками кремней и прослоями туфов (рис. 12, 13). В Котельнической области преобладают осадки мелководного шельфа. Фациальный план для позднего девона Котельнической области наследуется с ордовика-силура. В современной структуре граница Котельнической шельфовой и Бельковской областей скрыта грабеном вдоль пролива Заря.





**Рис. 12. Верхнедевонский флиш, северо-западный берег о. Бельковского**  
*Расположение на рис. 1. Фото Е.А. Кораго.*

Рубеж девон / ранний карбон проявлен по-разному. На о. Котельном в позднем фамене – турнейском веке происходит обмеление, на периферии прогиба нижнекаменноугольные отложения с разрывом перекрывают разновозрастные толщи вплоть до силурийских.

Верхнепалеозойские отложения представлены карбонатными и терригенными морскими фациями с конгломератами с галькой пород из подстилающих ниже- и среднепалеозойских толщ.

Триасовые отложения залегают на палеозойских толщах с перерывом трансгрессивно. В разрезе преобладают аргиллиты и гидрослюдистые глины, обогащенные органическим веществом. В основании индских отложений встречаются миндалекаменные базальты. Реконструируется прибрежное морское мелководье, с низменным побережьем. Это был обширный залив с затрудненной аэрацией придонных вод и временами затрудненным водообменом с открытым морем [Преображенская и др., 1975; Корчинская, 1977; Данукалова, Кузьмичев, 2012].





**Рис. 13. Олистостромы верхнедевонского флишевого комплекса, северо-западный берег о. Бельковского**

*Расположение на рис. 1. Фото Е.А. Кораго.*

Юрские и неокомские отложения представлены морскими аргиллитами, глинами. Вверх по разрезу увеличивается содержание алевролитов и песчаников, появляется галька базальтов.

Апт–альбские угленосные отложения мощностью в первые сотни метров – балыктахская свита - залегают с размывом. Они накапливались на озерно-аллювиальной равнине. Угленосная толща перекрывается кислыми туфами, игнимбритами, лавами. Изотопный возраст эффузивов  $110-107 \pm 2,5$  млн. лет (К-Аг, игнимбритовое стекло) [Непомилуев и др., 1979; Кузьмичев, Александрова, Герман, 2009]. По флоре свита уверенно датируется альбским веком.

Псефитовые обломки в балыктахской свите происходят из местных палеозойских пород, палинокомплекс свиты указывает на перемыв подстилающих отложений вплоть до юрских.

Верхнемеловые сеноман-туронские отложения залегают на коре выветривания по нижнемеловому риолиту [Kos'ko, Trufanov, 2002]. Это глинисто-алевритовая толща с пластами песка, песчаника, галечника и бурого угля. Встречаются туфогенные пески и песчаники. В гальке преобладают кислые эффузивы и кварц; песчаники и основные вулканы редки.

Кайнозойский комплекс трансгрессивно, с корой выветривания в подошве перекрывает все более древние образования (рис. 14).



**Рис. 14. Кора выветривания в основании кайнозойских отложений, западное побережье о. Котельного, о. Таас-Аары**

*Расположение на рис. 1. Фото Н.М. Столбова.*

Палеоцен-эоценовые отложения представлены преимущественно континентальными глинами и алевритами с прослоями песков и бурого угля.

Верхнеолигоценые-миоценовые слои трансгрессивно, с размывом залегают на всех более древних образованиях. Толща сложена песками с подчиненным количеством алевритистых глин и алевритов, с гравием и галечниками, с пластами бурого угля. В отличие от палеоцен-эоценовых осадков присутствуют обломки карбонатных пород, что указывают

на появление в области размыва толщ, подобных слагающим о. Котельный. Осадки формировались в обстановке прибрежной озерно-аллювиальной равнины и приливной зоны мелкого моря. Морские фации распространены значительно шире, чем в эоцене.

Плиоцен-эоплейстоценовые отложения накапливались на приморской озерно-аллювиальной низменности и на прибрежном морском мелководье.

**Магматические проявления.** На островах Анжу известны магматические проявления палеозойского и мезозойского возраста.

К среднему – позднему палеозою предположительно относятся малые тела и дайки долеритов и габбро-долеритов на юго-западе о. Котельного. Они прорывают верхнедевонскую осадочную толщу и приурочены преимущественно к Бельковско-Нерпалахскому прогибу.

На о. Бельковском изучены разнообразные малые тела толеитовых базальтов и эруптивных брекчий. Магматизм датируется рубежом перми и триаса -  $252 \pm 5$  млн. лет (биотит из штока оливинового габбро-диабаз, К-Аг метод) и сопоставляется с траппами Сибирской платформы [Кузьмичев, Голдырев, 2007].

Раннемеловое магматическое событие представлено кислыми вулканитами возрастом  $110-107 \pm 2,5$  млн. Предполагаются тела гранитов под кайнозойскими осадками на о. Новая Сибирь. Здесь на поверхности нередко крупные глыбы гранитов, подобных Ляховским, а в шлиховых пробах из современного аллювия повышены содержания касситерита.

**Тектоника.** В структуре островов Анжу сочетаются разновозрастные складчатые и разрывные структуры.

На о. Котельном выделены Решетниковский и Чокурский антиклинории и Балыктахский и Нерпалахский синклинории. Внутренняя структура антиклинорий и синклинорий характеризуется умеренным сжатием. В береговых обрывах на многие километры прослеживаются пологие моноклинали с падением слоев  $3-5^0$  (рис. 15). Закартированы складки второго порядка длиной 10–40 км, шириной 5–12 (рис. 16, 17). Углы падения крыльев складок второго порядка  $10-30^0$ , реже до  $40^0$ , шарниры волнистые с углами погружения до  $30^0$ . Мелкие складки различной степени сжатия и ориентировки развиты в зонах региональных разломов (рис. 18).

Антиклинории и синклинории наследуют палеозойскую конседиментационную тектоническую зональность. Решетниковский антиклинорий совпадает с относительным поднятием в лландовери – раннем лудлове. Бельковско–Нерпалахский синклинорий представляет собой позднедевонский–раннекаменноугольный прогиб.



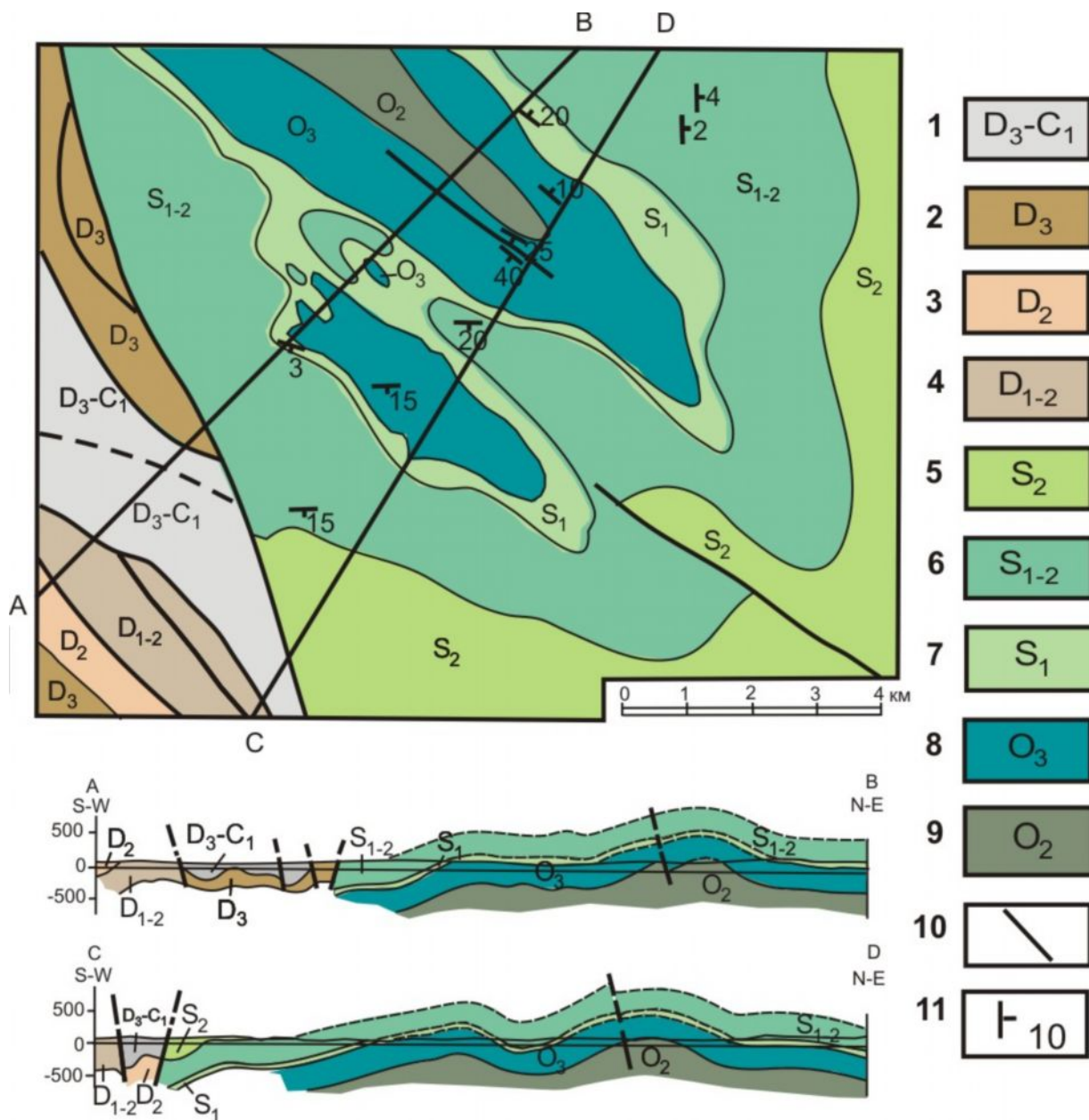


**Рис. 15. Пологое залегание ниже-среднедевонских отложений, Чокурский антиклинорий, северо-западный берег острова Котельного**  
*Расположение на рис. 1. Фото М.К. Косько.*

Возраст складчатости раннемеловой. Эта складчатость замаскировала следы предшествовавших деформаций.

На островах Котельном и Бельковском соскладчатые разломы ранней генерации простираются, так же как и складчатость, в северо-западном направлении. Это надвиги и сбросы, по-видимому, со сдвиговой компонентой. Поздние, кайнозойские, разломы обладают сдвиговой, раздвиговой и транспрессионной компонентами. Среди них преобладают субмеридиональные разломы. Сброс вдоль западного берега о. Бельковского на ранних стадиях формировался в обстановке транспрессии, сменившейся позднее обстановкой растяжения при меняющейся ориентировке поля тектонических напряжений [Вержбицкий, 2004].

Позднекиммерийская структура формировалась в обстановке сжатия северо-восточного направления. Жесткие блоки, возможно ограниченные снизу внутрикоровыми срывами, незначительно смещены к северо-востоку. Смещение проявлено надвигами северо-восточной вергентности и короблением и умеренным смятием осадочных толщ в пределах блоков. В межблоковых зонах развиты разнообразные мелкие складки, породы зачастую рассланцованы, наблюдались малоамплитудные надвиги. Крупные надвиги читаются с карты. Сдвиговая компонента вдоль границ позднекиммерийских блоков проявлена кулисным взаимным расположением складок второго порядка и их косой ориентировкой к генеральному простиранию структуры, а также вертикальным погружением шарниров мелких складок и крутым погружением шарниров складок второго порядка.



**Рис. 16. Складки второго порядка Чекурского антиклинория**

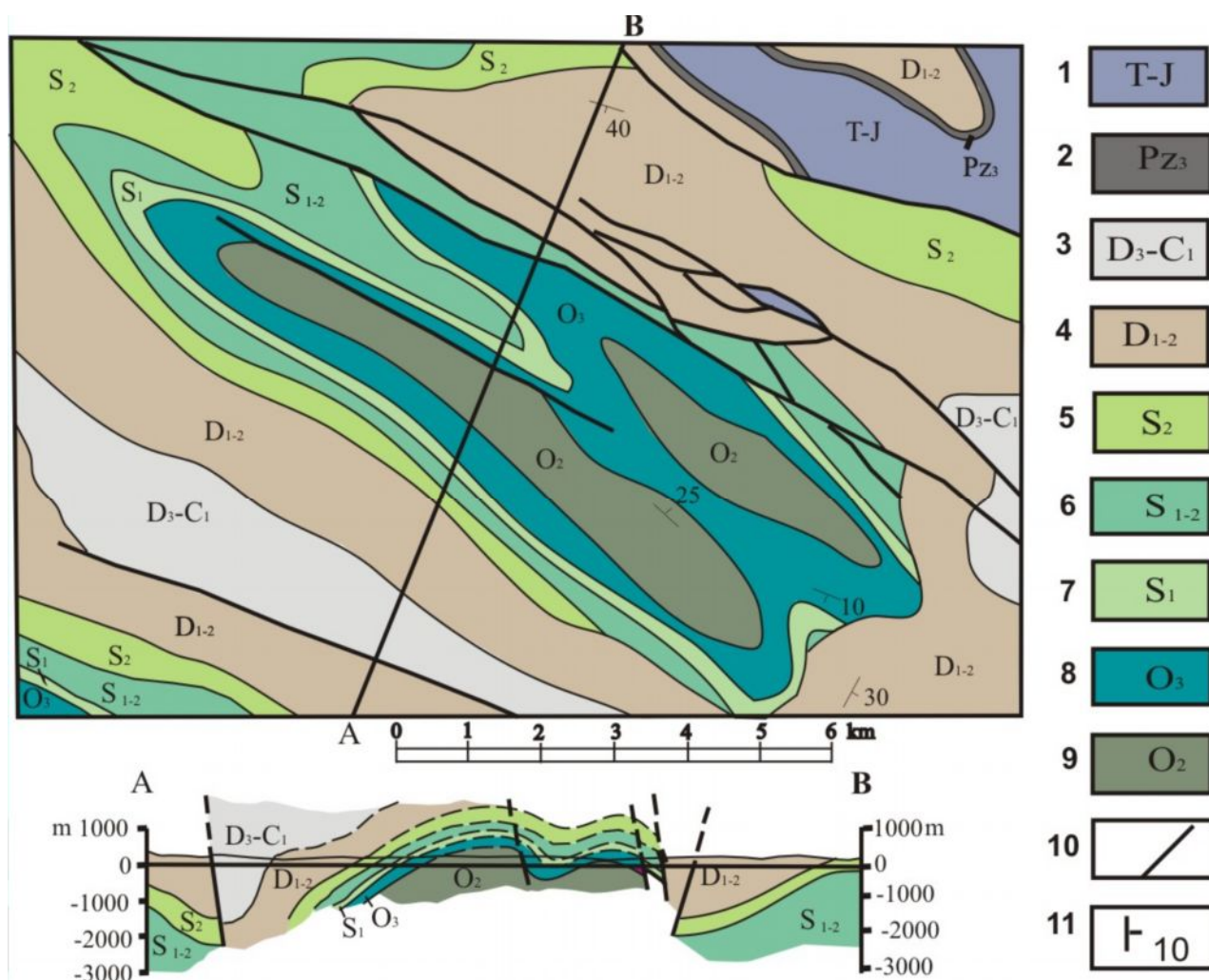
1 - верхний девон - нижний карбон, 2 - верхний девон, 3 - средний девон, 4 - нижний-средний девон, 5 - верхний силур, 6 - нижний - верхний силур, 7 - нижний силур, 8 - верхний ордовик, 9 - средний ордовик, 10 - разрывные нарушения, 11 - залегание пород.

Расположение на рис. 1.

На островах Фаддеевском и Новая Сибирь позднемеловой – кайнозойский чехол нарушен разломами субширотного-северо-западного простирания и более поздними субмеридиональными сбросами и сбросо-сдвигами. Складчатые деформации в чехле обусловлены региональными разломами. Зона складок прослежена от Стрелки Анжу на восток вдоль северного побережья о. Новая Сибирь. На стрелке Анжу на севере о. Фаддеевского палеоценовые и миоценовые отложения образуют кулисные складки северо-

западного простирания с углами падения вплоть до опрокинутых, что указывает на транспрессионную обстановку (рис. 19).

Напряженные деформации представлены в полосе видимой шириной около 2 км вдоль юго-западного берега о. Новая Сибирь в районе Утеса Деревянных Гор (рис. 20) [Kos'ko, Korago, 2009; Kos'ko, Trufanov, 2002]. Здесь позднемеловые и третичные отложения образуют складчато-надвиговую структуру юго-западной вергентности.



**Рис. 17. Складки второго порядка Чекурского антиклинария**

1 - триас - юра, 2 - верхний палеозой, 3 - верхний девон - нижний карбон, 4 - средний девон, 5 - верхний силур, 6 - нижний - верхний силур, 7 - нижний силур, 8 - верхний ордовик, 9 - средний ордовик, 10 - разрывные нарушения, 11 - залегание пород.

Расположение на рис. 1.

Из приведенного обзора геологии островов Анжу следует:

Формирование осадочного чехла на акватории могло начаться в позднемеловое время. Максимальная мощность позднемеловых и кайнозойских отложений на островах Анжу в сводном стратиграфическом разрезе по-видимому достигает 700 м.

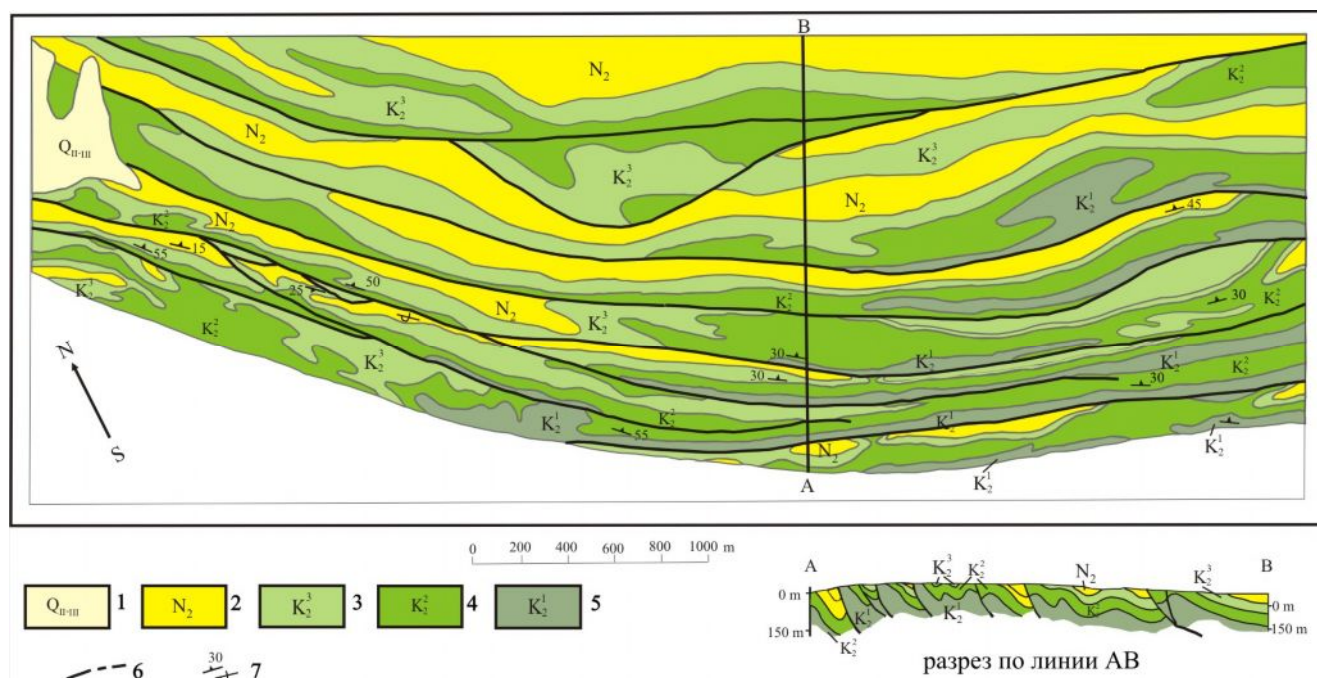




**Рис. 18. Складки в верхнедевонских турбидитах и силл долеритов (светлое) позднепермского - раннетриасового возраста, северо-западный берег о. Бельковского**  
*Расположение на рис. 1. Фото Е.А. Кораго.*



**Рис. 19. Складки в кайнозойских отложениях, стрелка Анжу**  
*Расположение на рис. 1. Фото Е.А. Кораго.*



**Рис. 20. Складчато-надвиговая структура района Деревянных Гор на о. Новая Сибирь**  
[Kos'ko, Trufanov, 2002]

1 – средне-верхнечетвертичные отложения, 2 – плиоценовые отложения, 3 – верхнемеловые отложения, верхняя толща, 4 – верхнемеловые отложения, средняя толща, 5 – верхнемеловые отложения, нижняя толща, 6 – разрывные нарушения установленные и предполагаемые, 7 – залегание пород.

Расположение на рис. 1.

Тектонический фундамент в районе островов представлен складчато-надвиговой структурой внешней зоны поздних киммерид Верхояно-Чукотской складчатой области.

Позднемеловые и кайнозойские осадки интенсивно деформированы в транспрессионных зонах.

### Острова Де Лонга

**Остров Беннетта** представляет собой фрагмент раннемелового траппового плато (рис. 21). По берегам из-под лав обнажаются кембрийские и ордовикские алевролиты, аргиллиты, песчаники, известняки, отлагавшиеся в морской мелководной, лагунной и аноксидной обстановках (рис. 22, 23). Позднекембрийская-ордовикская часть разреза представлена турбидитами. Углы падения слоев обычно не превышают 10°. Встречаются зоны смятия, малоамплитудные сбросы. [Вольнов, Сороков, 1961; Данукалова, Кузьмичев, Коровников, 2012; Масуренков, Флеров, 1989; Соболевская, 1976]

Платобазальты изливались на эродированную поверхность нижнепалеозойских отложений. Излияниям предшествовало накопление песчаников и углистых аргиллитов в раннем мелу.





**Рис. 21. Нижнемеловые платобазальты в бухте Павла Кеппена к югу от п-ова Эммеины.**

**Слева внизу выходы ордовика. О. Беннетта, вид с востока**

*Расположение на рис. 1. Фото Н.М. Столбова.*

Среди базальтов распознаются разновидности, близкие базальтам континентальных рифтов, океанических островов и континентальных траппов. Калий-аргоновый возраст базальтов:  $119\text{--}112\pm 5$  млн. лет [Драчев, 1989],  $106\pm 4$ ,  $109\pm 5$ ,  $110\pm 5$ ,  $124\pm 6$  млн. лет [Федоров, Флеров, Головин, 2005]

**Остров Генриетты** сложен в основном ордовикскими вулканогенными турбидитами. В основании разреза залегает кварцито–песчаниковая толща, верхней считается базальтовая толща, контактирующая с остальными толщами по разлому [Виноградов, Каменева, Явшиц, 1975]. На острове многочисленны покровы, силлы и дайки андезибазальтов, базальтов, долеритов и диоритовых порфиритов известково-щелочной островодужной серии.

В обломочной части вулcano-терригенных пород наряду с изверженными породами, подобными известным на острове, встречаются разнообразные магматические и метаморфические породы.





**Рис. 22. Выходы ордовика в бухте Павла Кеппена, о. Беннетта**

*Расположение на рис. 1. Фото Н.М. Столбова.*

Стратифицированный разрез о. Генриетты испытал метаморфизм эпидот–хлорит–альбитовой фации.

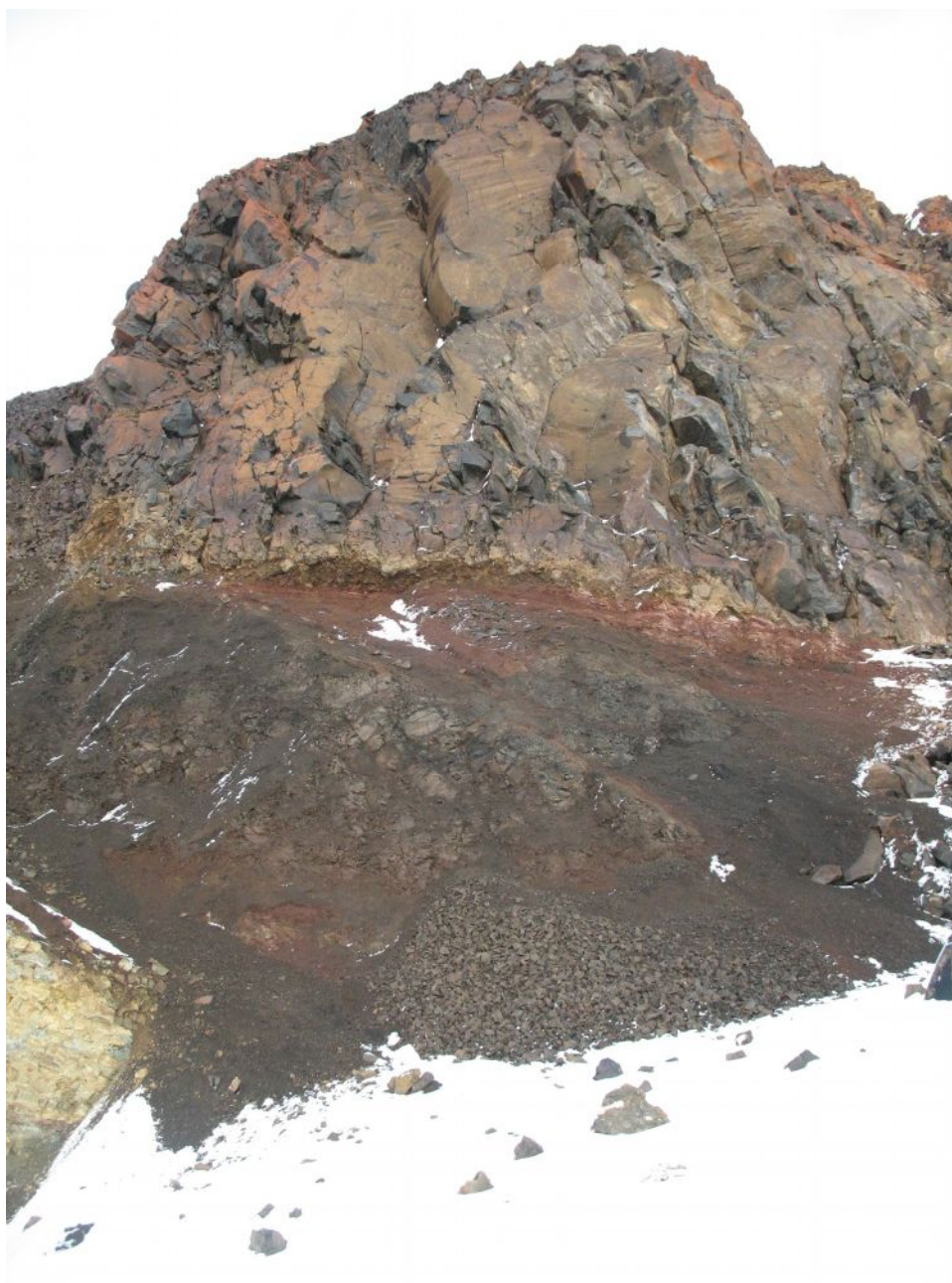
Ордовикский возраст вулканогенного комплекса о. Генриетты обосновывался определением аргон-аргоновым методом по двум валовым пробам: диоритовый порфирит 440 млн. лет, долерит  $444 \pm 2$  млн. лет [Каплан и др., 2001]. Существует также кембрийское изотопное определение - K/Ar возраст плагиоклаза из диоритового порфирита  $491 \pm 5$  млн. лет (сообщение В.А. Верниковского). Возраст магматических цирконов из разных образцов монцодиорит-порфирита  $648 \pm 5$  млн. лет и  $637 \pm 5$  млн. лет.

Падение слоев на острове преимущественно западное под углами от  $3-4^\circ$  до  $45^\circ$ . Повсеместно развит кливаж с падением от  $80^\circ$  до вертикального.

Этот же комплекс, по-видимому, обнажается на о. Жаннетты.

**Остров Жохова** представляет собой кайнозойское вулканическое поле с чередующимися потоками массивных и пузыристых лав, агломератов и туфов и массивными лавами жерловой фации, образующими вертикальные столбы в рельефе (рис. 24).

Преобладают базальты пикрит–оливиновой группы, менее распространены лимбургиты [Силантьев и др., 1991].



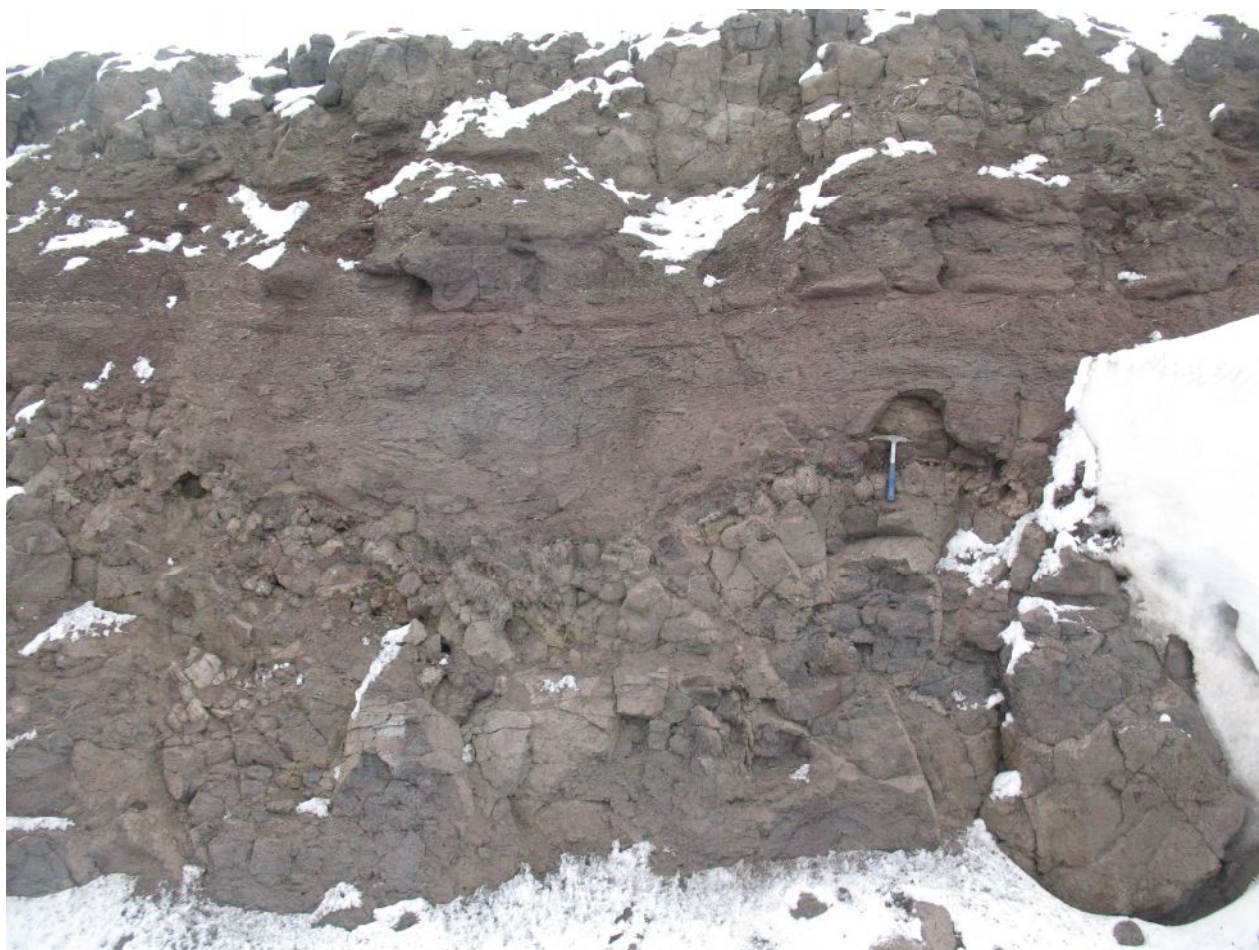
**Рис. 23. Контакт ордовика с нижнемеловыми платобазальтами  
в бухте Павла Кеппена, о. Беннетта**

*Расположение на рис. 1. Фото Н.М. Столбова.*

В вулканических брекчиях присутствуют обломки мантийных шпинелевых перцолитов, кварцитов, карбонатизированных афировых вулканитов. К вынесенным с глубины обломкам, по–видимому, относятся встреченные в развалах окремненные известняки каменноугольного возраста [Макеев, Давыдов, Устрицкий, 1991], лейкомонцониты (лейкомонцодиориты) и долериты, чуждые вулканитам, слагающим острова Жохова и Вилькицкого. Калий–



аргоновый возраст долеритов из ксенолитов 99-152 млн. лет. Возраст захваченных цирконов из лейкомонцитонитов по предварительным определениям 552-602 млн. лет.



**Рис. 24. Покровы щелочных базальтоидов, о. Жохова**

*Расположение на рис. 1. Фото Е.А. Кораго.*

Кайнозойские вулканы островов Де Лонга относятся к внутриплитным образованиям с глубиной выплавления, превышающей 60 км.

Изотопные датировки базальтоидов островов Жохова и Вилькицкого дают разброс 0,4-6,1 млн. лет [Кораго, Столбов, Проскурнин, 2012; Богдановский и др., 1992; Лейер и др., 1993; Lauger и др., 1991]. Вулканизм по-видимому начался в миоцене и закончился в современную эпоху. Возраст мантийных ксенолитов шпинелевых лерцолитов  $545 \pm 106$ ,  $605 \pm 47$ ,  $1110 \pm 57$  млн. лет [Сурнин, Округин, Зайцев, 1998].

Наличие позднекембрийского-позднеордовикского складчатого фундамента на о. Генриетты позволяет предполагать, что осадочный чехол в регионе мог начать формироваться в среднем палеозое. Меловые и кайнозойские лавы экранируют отраженные сейсмические волны.



Возраста детритовых и ксеногенных цирконов из магматических пород, так же как и возраст мантийных ксенолитов указывают на становление консолидированной континентальной коры к концу неопротерозоя.

### Заключение

Завершение формирования консолидированной коры континентального типа в районе Новосибирских островов происходило в байкальскую тектоническую эпоху, тогда же, когда на Северной Земле и на о. Врангеля. Блок неопротерозойской континентальной коры граничил с бассейнами океанского типа.

В поздней юре - раннем мелу произошло закрытие океана Ангаючам, сформировалась Анжуйско-Ляховская офиолитовая сутура, завершилось становление позднекиммерийского складчатого фундамента. На островах Де Лонга в это время имело место растяжение континентальной коры, трапповый магматизм.

В позднемеловое время началось формирования современных шельфовых седиментационных бассейнов.

Особенности геологического строения островов позволяют наметить общие подходы к использованию результатов геофизических работ для построения обзорных тектонических карт. В поле отраженных волн ниже акустического фундамента, принимаемого за подошву осадочного чехла, нередко непротяженные рефлекторы. Пологие залегания слоев на островах Котельном и Столбовом объясняют появление этих отражений в тектоническом фундаменте. Полное отсутствие регионального метаморфизма в палеозойских и мезозойских породах на островах Анжу приводит к необходимости при построении тектонических моделей использовать наряду с понятиями осадочный чехол и складчатый фундамент также понятия осадочный слой и консолидированная кора. При этом складчатый фундамент может оказаться в составе осадочного слоя, что усложняет построение тектонической основы нефтегеологических карт.

Кайнозойские и позднемеловые осадки представляют собой бассейновый комплекс шельфовой окраины Северного Ледовитого океана. С позднего мела современный шельф и прибрежная суша представляли собой озерно-аллювиальную равнину и приливную зону мелкого моря. На равнине возникали и исчезали поднятия с экспонированными добассейновыми комплексами, по которым формировались коры выветривания. Возраст перекрывающих осадков варьирует от сеномана (острова Фаддеевский и Новая Сибирь) до плиоцена. На Северной Земле кора выветривания перекрыта в одних случаях олигоцен-миоценовыми, в других - плиоцен-нижнеплейстоценовыми осадками. Здесь же описана кора

выветривания по олигоцен-миоценовым осадкам. На материковой суше кора выветривания перекрыта эоценовыми, редко палеоценовыми (Согинский грабен) или олигоценными (Омолойский грабен) осадками. Олигоценные-миоценовые слои нередко с размывом залегают на палеоценовых отложениях и тангрессивно перекрывают более древние образования. Таким образом, возраст нижних слоев бассейнового комплекса варьирует в пределах сеноман - миоцен, а главное несогласие внутри бассейнового комплекса отвечает глобальной геодинамической перестройке в олигоцене.

Седиментационные бассейны морей Лаптевых и Восточно-Сибирского в последнее время все чаще относятся к транстенсионному геодинамическому типу. Разломная ситуация на Новосибирских островах вполне согласуется с таким определением. Не вызывает сомнений транстенсионная природа Бельковско-Святоносского прогиба на востоке моря Лаптевых. Однако, в кайнозое проявилась также и транспрессионная кинематика. Из-за вариаций ориентировки поля напряжений вдоль сдвигов возникали как структуры растяжения, так и структуры сжатия. В этих обстоятельствах чрезвычайно затруднено прослеживание рефлекторов на записях ОГТ и построение убедительной стратиграфической схемы осадочного чехла.

Активная геодинамика, меняющаяся ориентировка поля тектонических напряжений не благоприятствовали образованию крупных антиклинальных структур платформенного типа.

### Литература

*Богдановский О.Г., Минеев С.Д., Асонов С.С., Силантьев С.А., Карпенко С.Ф., Шукулюков Ю.А., Савостин Л.А.* Магматизм архипелага Де Лонга (восточная Арктика): геохимия изотопов и геохронология // Геохимия. – 1992. - № 1. - С. 47-55.

*Вержбицкий В.Е.* Некоторые результаты мезоструктурных исследований в районе западного побережья острова Бельковский (море Лаптевых). - Материалы молодежной школы-конференции XXXI Тектонического совещания. – М.: ГЕОС. - 2004. – С. 133-135.

*Виноградов В.А., Явищ Г.П.* Стратиграфия верхнеюрских и нижнемеловых отложений северной части о. Столбового // Геология и полезные ископаемые Новосибирских островов и острова Врангеля. - Л. – 1975. - С. 38-42.

*Виноградов В.А., Дибнер А.ф., Самусин А.И.* О выделении пермских отложений на острове Большой Ляховском // ДАН СССР. – 1974. - Т. 219. - №5. - С. 1200-1202.

*Виноградов В.А., Каменева Г.И., Явищ Г.П.* О Гиперборейской платформе в свете новых данных по геологическому строению о. Генриетты // Тектоника Арктики. – 1975. - Вып. 1. - С. 21-25.

*Вольнов Д.А., Войцеховский В.Н., Иванов О.Н., Сороков Д.С., Яшин Д.С.* Новосибирские острова // Геология СССР. Т. XXVI. Острова Советской Арктики. Геологическое описание. - М.: Недра. - 1970. - С.324-374.

*Вольнов Д.А., Сороков Д.С.* Геологическое строение о. Беннетта // Сборник по геологии и нефтегазоносности Арктики. – Л: Готоптехиздат. - 1961. - Вып. 16. - С.5-18.

Государственная геологическая карта масштаб 1:1000000, лист S-53-55 (Новосибирские острова). Отв. Редактор Б.Г.Лопатин. Комитет Российской Федерации по геологии и использованию Недр, ВНИИОкеангеология, ГННП Аэрогеология, Полярная морская геолого-разведочная экспедиция. – СПб., 1998.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист S-53-55 – Новосибирские острова. Объяснительная записка. Отв. редактор Б.Г. Лопатин. - СПб.: изд-во ВСЕГЕИ, 1999. - 208 с.

Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б. Литологические особенности и условия накопления триасово-нижнеюрского комплекса на о. Котельный (Новосибирские острова) // Осадочные бассейны и геологические предпосылки прогноза новых объектов, перспективных на нефть и газ. - Материалы XLIV тектонического совещания. - М.: ГЕОС. - 2012. - С. 112-115.

Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б., Левочкин Б.Б. Верхний девон Новосибирских островов: стратиграфия, обстановка осадконакопления, источники обломочного материала, реконструкция палеобассейна. // Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. - Материалы XLIII тектонического совещания. Том. I. - М.: ГЕОС. - 2010. - С. 213-215.

Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б., Коровников И.В. Беннеттинский «террейн» в кембрии: продолжение Сибирской платформы // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). - Материалы научного совещания по Программе фундаментальных исследований ОНЗ РАН (17-20 октября 2012г., ИЗК СО РАН, г. Иркутск). - Том 1. - С.73-74

Дорорфеев В.К., Благовещенский М.Г., Смирнов А.Н., Ушаков В.И. Новосибирские острова. Геологическое строение и минерагения. / Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана. / Под редакцией В.И. Ушакова. – СПб.: ВНИИОкеангеология. - 1999. - 130 с.

Драчев С.С. Тектоника и мезокайнозойская геодинамика района Новосибирских островов // Автореферат диссертации на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук. - М.: МГУ. - 1989. – 19 с.

Драчев С.С., Савостин Л.А. Офиолиты о. Большого Ляховского (Новосибирские острова) // Геотектоника. – 1993. - №3. - С. 98-107.

Ермолаев М.М. Геологический и геоморфологический очерк о-ва Большого Ляховского // Тр. СОПС. Сер. Якутская. - Л., 1932. - Вып. 7.

Ермолаев М.М. Геологический очерк Новосибирских островов. // Тр. АИ. – Л., 1937. -Т. 87.

Каплан А.А., Коуплэнд П., Бро Е.Г., Кораго Э.Ф., Проскурнин В.Ф., Виноградов В.А., Вролиджк П.Дж., Уолкер Дж.Д. Новые данные о радиометрическом возрасте изверженных и метаморфических пород Российской Арктики // AAPG региональная международная конференция, июль 15-18. – СПб.: ВНИГРИ, 2001. - С. 6.

Кораго Е.А., Столбов Н.М., Проскурнин В.Ф. Магматические породы Новосибирских островов – индикаторы геодинамики развития осадочных бассейнов Восточной Арктики // Осадочные бассейны и геологические предпосылки прогноза новых объектов, перспективных на нефть и газ. Материалы XLIV тектонического совещания. - М.: ГЕОС. - 2012. - С. 180-186.

Кораго Е.А., Ковалева Г.Н., Ильин В.Ф., Павлов Л.Г. Тектоника и металлогения ранних киммерид Новой Земли. - СПб.: ВНИИОкеангеология, Недра. - 1992. - 196 с.

Корчинская М.В. К биостратиграфии триасовых отложений острова Котельного (Новосибирские острова) // Мезозойские отложения Северо-Востока СССР. - Л.: НИИГА, 1977. - С. 43-49.

Косько М.К. Структурно-фациальная зональность ордовик-среднедевонского карбонатного комплекса островов Анжу // Тектоника Арктики. Складчатый фундамент шельфовых седиментационных бассейнов. – Л.: НИИГА. - 1977. - С. 56-87.

Косько М.К., Авдюничев В.В., Ганелин В.Г., Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Сесил М.П., Смирнов А.Н., Ушаков В.И., Хандожко Н.В., Харрисон Дж.К., Шульга Ю.Д. Остров Врангеля: геологическое строение, минерагения, геоэкология / Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана. / Под редакцией М.К. Косько, В.И. Ушакова. – СПб.: ВНИИОкеангеология. - 2003. – 137 с.

Косько М.К., Бондаренко Н.С., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200 000 (серия Новосибирские острова). Листы Т-54-XXXI, XXXII, XXXII; S-53-IV, V, VI; S-53-XI, XII; S-54-I, II, III; S-54 VII, VII, IX, XIII, XIV, XV. Объяснительная записка. Ред. В.И. Устрицкий. Москва. Объединение «Севморгеология», 1985. - 162 с.



Кузьмин В.Г., Авдюничев В.В., Гавриш А.В., Лазуркин Д.В., Проскурнин В.Ф., Смирнов Ф.Н., Ушаков В.И., Фокин В.И., Шульга Ю.Д. Северная Земля. Геологическое строение и минерализация / Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана. Под редакцией И.С.Грамберга, В.И.Ушакова. – СПб., ВНИИОкеангеология, 2000. – 187 с.

Кузьмичев А.Б., Скляр Е.В., Бараиш И.Г. Пиллоу-базальты и глаукофановые сланцы на острове Большой Ляховский (Новосибирские острова) - фрагменты литосферы Южно-Анжуйского палеоокеана // Геология и геофизика. – 2005. - Т. 46. - №12. - С. 1367-1381.

Кузьмичев А.Б., Александрова Г.Н., Герман А.Б. Апт-альбские отложения на о. Котельный (Новосибирские острова): Новые данные о строении разреза и интрузивном вулканизме // Стратиграфия и геологическая корреляция. – 2009. – Т. 17. - №5. - С. 69-94.

Кузьмичев А.Б., Голдырев А.Е. Проявления пермотриасового траппового магматизма на острове Бельковский (Новосибирские острова) // Геология и геофизика. – 2007. - Т. 48. - №2. - С. 216-228.

Кузьмичев А.Б., Захаров В.А., Данукалова М.К. Новые данные о стратиграфии и условиях формирования верхнеюрских и нижнемеловых отложений о. Столбовой (Новосибирские острова) // Стратиграфия, геологическая корреляция. – 2009. – Т. 17. - №4. - С. 55-74.

Кузьмичев А.Б., Пономарчук В. А., Конилов А.Н., Падерин И.П. Глубинные пегматиты Эмийтасского базит-ультрабазитового комплекса (о. Большой Ляховский, Новосибирские острова) и их возраст // Геохимия. – 2009. - №2. - С. 197-209.

Кузьмичев А.Б., Соловьев А.В., Гоникберг В.Е., Шатило М.Н., Замжицкий О.Е. Синколлизионные мезозойские терригенные отложения о. Большой Ляховский (Новосибирские острова) // Стратиграфия, геологическая корреляция. – 2006. – Т. 14. - №1. - С. 33-53.

Лейер П., Парфенов Л.М., Сурнин А.А., Тимофеев В.Ф. Первые  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  определения возраста магматических и метаморфических пород Верхояно-Колымских мезозоид // Докл. АН СССР. - 1993. - Т. 329. - № 5. - С. 621-624.

Макеев В.М., Давыдов В.И., Устрицкий В.И. Находка среднекаменноугольных отложений с тропической фауной на островах Де Лонга // Стратиграфия и палеонтология палеозоя Арктики. - Л.: ПГО «Севморгеология. - 1991. - С. 167-170.

Масуренков Ю.П., Флеров Г.Б. Базальты острова Беннетта в Советской Арктике // Вулканология и сейсмология. – 1989. - № 1. - С. 36-53.

Миролюбова Е.С. Вещественный состав и условия образования пород среднего девона – среднего карбона о. Бельковский (Новосибирские острова) // Концептуальные проблемы литологических исследований в России. - Материалы 6-го Всероссийского литологического совещания (Казань, 26-30 сентября 2011 г.). – Казань: Казан. Ун-т. - 2011. – Т. II. - С. 49-52.

Непомилуев В.Ф., Преображенская Э.Н., Труфанов Г.В., Василевская Н.Д., Павлов В.В. Нижнемеловые отложения о. Котельного // Сов. Геология. - 1979. - № 3. - С. 104-109.

Преображенская Э.Н., Труфанов Г.В., Вольнов Д.А., Косько М.К., Бондаренко Н.С. Мезозойские отложения острова Котельного // Геология и полезные ископаемые Новосибирских островов и острова Врангеля. - Л., 1975. - С. 28-37.

Самусин А.И., Белоусов К.Н. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:200000. Серия Новосибирские острова. Листы S-53-XVI, XVII, XXII, XXIII; S-54-XIV, XV, XVI; S-54-XX, XXI, XXII; S-54-XXIII, XXIV; S-54-XXVII, XXVIII; S-54-XXIX, XXX. Объяснительная записка, Москва, 1985. - 129 с.

Силантьев С.А., Богдановский О.Г., Савостин Л.А., Кононкова Н.И. Магматизм архипелага Де Лонга (восточная Арктика). Петрология и петрохимия эффузивных пород и ассоциирующих с ними ксенолитов (острова Жохова и Вилькицкого) // Геохимия. -1991. -№2. - С. 267-277.

Соболевская Р.Ф. О граптолитах ордовика и силура на Новосибирских островах // Граптолиты и стратиграфия. - Таллин: изд-во АН Эст. ССР, 1976. - С. 202-209.

Сурнин А.А., Округин А.В., Зайцев А.И. Глубинные ксенолиты в базальтах Восточной Якутии // Отеч. геология. - 1998. - №6. - С. 44-48.

Тильман С.М., Богданов Н.А., Бялбжеский С.Г., Чехов А.Д. Остров Врангеля Геология СССР. Т. XXVI. Острова Советской Арктики. Геологическое описание. - М.: Недра, 1970. - С. 377-404.

Труфанов Г.В., Белоусов К.Н., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Новосибирские острова. Листы T-54-XXXIV, XXXV, XXXVI; T-56-

XXXIII; S-54-IV, V, VI, X, XI, XII; S-55-I, II, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII; S-56-III, VII. Объяснительная записка. Москва, 1986. - 106 с.

*Федоров П.И., Флеров Г.Б. Головин Д.И.* Новые данные о возрасте и составе вулканических пород острова Беннетта (Восточная Арктика) // Доклады АН. – 2005. – Т. 400. - №5. - С. 666-670.

*Черкесова С.В.* Сравнительная характеристика нижнее-среднедевонских отложений северо-западной части о. Котельного и других регионов Арктики // Геология и полезные ископаемые Новосибирских островов и острова Врангеля. - Л.: НИИГА. – 1975. - С. 22-27.

*Kos'ko M., Korago E.* Review of geology of the New Siberian Islands between the Laptev and the East Siberian Seas, north east Russia. // Stephen Mueller Special Publications Series. Vol. 4. "Geology, geophysics and tectonics of Northeastern Russia: a tribute to Leonid Parfenov", 2009.

*Kos'ko, M.K., Cecile, M.P., Harrison, J.C., Ganelin, V.G., Khandoshko, N.V., Lopatin, B.G.* Geology of Wrangel Island, between Chukchi and East Siberian Seas, Northeastern Russia. Geological Survey of Canada Bulletin, 1993, vol. 461, 102 p.

*Kos'ko, M.K., Trufanov, G.V.* Middle Cretaceous to Eopleistocene sequences on the New Siberian Islands: an approach to interpret offshore seismic. Marine and Petroleum Geology, 2002, 19, p. 901-919.

*Layor P.W., Newberry R., Fujita K., Parfenov L., Trunilin V., Bakharev A.* Tectonic setting of the plutonic belts of Yakutia, northeast Russia, based on  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  geochronology and trace element geochemistry // Geology, 2001, vol. 29, no. 2, p. 167-170.

**M.K. Kos'ko**

I.S. Gramberg All-Russia Research Institute for Geology and Mineral Resources of the World Ocean (VNIIOkeangeologiya), St. Petersburg, Russia, mkosko@mail.ru

**N.N. Sobolev**

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI), St. Petersburg, Russia, nikolay\_sobolev@vsegei.ru

**E.A. Korago**

I.S. Gramberg All-Russia Research Institute for Geology and Mineral Resources of the World Ocean (VNIIOkeangeologiya), St. Petersburg, Russia, evgeny.korago@gmail.com

**V.F. Proskurnin**

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI), St. Petersburg, Russia, vsegei@vsegei.ru

**N.M. Stolbov**

I.S. Gramberg All-Russia Research Institute for Geology and Mineral Resources of the World Ocean (VNIIOkeangeologiya), St. Petersburg, Russia, nstolbov@yandex.ru

## **GEOLOGY OF NOVOSIBIRSKIAN ISLANDS – A BASIS FOR INTERPRETATION OF GEOPHYSICAL DATA ON THE EASTERN ARCTIC SHELF OF RUSSIA**

*The updated synthesis of geological data, including recent field and laboratory data, has allowed us to improve and add the substantiation of evolution scenario of the Phanerozoic geological of the vast area of the Arctic Ocean passive margin. Onshore litho-tectonic units mapped on the islands vary in their hydrocarbon potential. The interpretation of geophysical data has allowed to project the litho-tectonical structures, known on the islands, to the offshore area and thereby to enhance the evaluation of oil and gas resources on the shelf of the Laptev and East Siberian Sea.*

*The formation of the continental crust in the Novosibirskian Islands was completed at the end of the Neoproterozoic - in Baikalian tectonic epoch. This vast array of continental crust was developing during the Phanerozoic in different geodynamic regimes reconstructed by changing sedimentary environments, magmatic activities and episodes of tectonic deformation. The most important post-Baikalian event was the formation and collisional closer of the Angayucham basin (South Anyui). The result was a formation of Anyui-Lyakhovskaya ophiolite suture and Late Cimmerian fold-and-thrust systems in mountainous areas on the continent and in the tectonic basement of the shelf. During collision and postcollisional orogeny in the area of Anjou Islands and Lyakhovsky Islands, there has been a transtension on the islands of De Long, documented by trap magmatism. The formation of modern offshore sedimentary basins in the Late Cretaceous (?) - Cenozoic is associated with pre break-up rifting and spreading in the Eurasian oceanic Basin.*

**Key words:** Late Cimmerides, folded basement, consolidated crust, shelf sedimentary basins, Anyui-Lyakhov ophiolitic suture, Arctic Ocean passive margin, Eastern Arctic shelf of Russia, Novosibirskian Islands, Laptev Sea, East Siberian Sea.

### **References**

Bogdanovskiy O.G., Mineev S.D., Assonov S.S., Silant'ev S.A., Karpenko S.F., Shukulyukov Yu.A., Savostin L.A. *Magmatizm arhipelaga De Longa (vostochnaya Arktika): geokhimiya izotopov i geokhronologiya* [Magmatism of the De Long Archipelago (eastern Arctic) isotope geochemistry and geochronology]. *Geokhimiya*, 1992, no. 1, p. 47-55.

Cherkesova S.V. *Sravnitel'naya kharakteristika nizhnee-srednedevonskikh otlozheniy severo-zapadnoy chasti o. Kotel'nogo i drugikh regionov Arktiki* [Comparative characteristics of the Lower-Middle Devonian deposits of the north-western part of Kotel'ny Island and other regions of the Arctic]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Novosibirskikh ostrovov i ostrova Vrangelya*. Leningrad: NIIGA, 1975, p. 22-27.



Danukalova M.K., Kuz'michev A.B. *Litologicheskie osobennosti i usloviya nakopleniya triasovo-nizhneyurskogo kompleksa na o. Kotel'nyy (Novosibirskie ostrova)* [The lithological characteristics and conditions of accumulation of Triassic-Lower Jurassic complex on Kotel'ny Island (Novosibirskian Islands)]. *Osadochnye basseyny i geologicheskie predposylki prognoza novykh ob"ektov, perspektivnykh na neft' i gaz.* - Materialy XLIV tektonicheskogo soveshchaniya. Moscow: GEOS, 2012, p. 112-115.

Danukalova M.K., Kuz'michev A.B., Korovnikov I.V. *Bennettinskiy «terreyn» v kembrii: prodolzhenie Sibirskoy platformy* [Bennett "Terrane" in the Cambrian: the continuation of the Siberian Platform]. *Geodinamicheskaya evolyutsiya litosfery Tsentral'no-Aziatskogo podvizhnogo poyasa (ot okeana k kontinentu).* Materialy nauchnogo soveshchaniya po Programme fundamental'nykh issledovaniy ONZ RAN (17-20 october 2012, IZK SO RAN, Irkutsk). Vol. 1, p. 73-74

Danukalova M.K., Kuz'michev A.B., Levochskiy B.B. *Verkhniy devon Novosibirskikh ostrovov: stratigrafiya, obstanovka osadkonakopleniya, istochniki oblomochnogo materiala, rekonstruktsiya paleobasseyna* [Upper Devonian of the Novosibirskian Islands: stratigraphy, depositional environment, sources of debris, reconstruction of paleobasin]. *Tektonika i geodinamika skladchatykh poyasov i platform fanerozoia.* Materialy XLIII tektonicheskogo soveshchaniya. Vol. I. Moscow: GEOS, 2010, p. 213-215.

Dorofeev V.K., Blagoveshchenskiy M.G., Smirnov A.N., Ushakov V.I. *Novosibirskie ostrova. Geologicheskoe stroenie i minerageniya* [Novosibirskian Islands. geology and metallogeny]. *Ministerstvo prirodnikh resursov Rossiyskoy Federatsii, Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut geologii i mineral'nykh resursov Mirovogo okeana.* Editor V.I. Ushakova. Saint Petersburg: VNIIOkeangeologiya, 1999, 130 p.

Drachev S.S. *Tektonika i mezokaynozoyskaya geodinamika rayona Novosibirskikh ostrovov* [Tectonics and Meso-Cenozoic geodynamics of the Novosibirskian Islands region]. *Synopsis of dissertation for the degree of candidate of geological-mineralogical sciences.* Moscow: MGU, 1989, 19 p.

Drachev S.S., Savostin L.A. *Ophiolity o. Bol'shogo Lyakhovskogo (Novosibirskie ostrova)* [Ophiolite of Greater Lyakhovsky Island (Novosibirskian Islands)]. *Geotektonika*, 1993, no. 3, p. 98-107.

Ermolaev M.M. *Geologicheskii i geomorfologicheskii ocherk o-va Bol'shogo Lyakhovskogo* [Geological and geomorphological report on the Grand Lyakhovsky Island]. *Trudy SOPS. Ser. Yakutskaya. Leningrad*, 1932, vol. 7.

Ermolaev M.M. *Geologicheskii ocherk Novosibirskikh ostrovov* [Geological report on the Novosibirskian Islands]. *Trudy AI. Leningrad*, 1937, vol. 87.

Fedorov P.I., Flerov G.B., Golovin D.I. *Novye dannye o vozraste i sostave vulkanicheskikh porod ostrova Bennetta (Vostochnaya Arktika)* [New data on the age and composition of the volcanic rocks of the Bennetta island (Eastern Arctic)]. *Doklady AN*, 2005, vol. 400, no. 5, p. 666-670.

*Gosudarstvennaya geologicheskaya karta masshtab 1:1000000, list S-53-55 (Novosibirskie ostrova)* [State Geological Map of the scale of 1:1,000,000 (New Novosibirskian Islands)]. Editor B.G. Lopatin. *Komitet Rossiyskoy Federatsii po geologii i ispol'zovaniyu Nedr, VNIIOkeangeologiya, GNNP Aerogeologiya, Polyarnaya morskaya geologo-razvedochnaya ekspeditsiya.* Saint Petersburg, 1998.

*Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:1000000 (novaya seriya)* [State Geological Map of the scale of 1:1,000,000 (New Novosibirskian Islands)]. List S-53-55 – Novosibirskie ostrova. Ob"yasnitel'naya zapiska. Editor B.G. Lopatin. Saint Petersburg: VCEGEI, 1999, 208 p.

Kaplan A.A., Kouplend P., Bro E.G., Korago E.F., Proskurnin V.F., Vinogradov V.A., Vrolidzhik P.Dzh., Uolker Dzh.D. *Novye dannye o radiometricheskom vozraste izverzhennykh i metamorficheskikh porod Rossiyskoy Arktiki* [New data on the radiometric ages of igneous and metamorphic rocks of the Russian Arctic]. *AAPG regional'naya mezhdunarodnaya konferentsiya*, 15-18 July 2001. Saint Petersburg: VNIGRI, 2001, p. 6.

Korago E.A., Kovaleva G N., Il'in V.F., Pavlov L.G. *Tektonika i metallogeniya rannikh kimmerid Novoy Zemli* [Tectonics and metallogeny of Early cimmerides of New Earth]. Saint Petersburg: VNIIOkeangeologiya, Nedra, 1992, 196 p.

Korago E.A., Stolbov N.M., Proskurnin V.F. *Magmaticheskie porody Novosibirskikh ostrovov – indikatory geodinamiki razvitiya osadochnykh basseynov Vostochnoy Arktiki* [Igneous rocks of the Novosibirskian Islands - indicators of geodynamics of sedimentary basins development in the Eastern Arctic]. *Osadochnye basseyny i geologicheskie predposylki prognoza novykh ob"ektov, perspektivnykh na neft' i gaz.* Materialy XLIV tektonicheskogo soveshchaniya. Moscow: GEOS, 2012, p. 180-186.

Korchinskaya M.V. *K biostratigrafii triasovykh otlozheniy ostrova Kotel'nogo (Novosibirskie ostrova)* [On the biostratigraphy of Triassic deposits of Kotel'ny Island (Novosibirskian Islands)]. Mezozoyskie otlozheniya Severo-Vostoka SSSR. Leningar: NIIGA, 1977, p. 43-49.

Kos'ko M., Korago E. Review of geology of the New Siberian Islands between the Laptev and the East Siberian Seas, north east Russia. // Stephen Mueller Special Publications Series. Vol. 4. "Geology, geophysics and tectonics of Northeastern Russia: a tribute to Leonid Parfenov", 2009.

Kos'ko, M.K., Cecile, M.P., Harrison, J.C., Ganelin, V.G., Khandoshko, N.V., Lopatin, B.G. Geology of Wrangel Island, between Chukchi and East Siberian Seas, Northeastern Russia. Geological Survey of Canada Bulletin, 1993, vol. 461, 102 p.

Kos'ko, M.K., Trufanov, G.V. Middle Cretaceous to Eocene sequences on the New Siberian Islands: an approach to interpret offshore seismic. Marine and Petroleum Geology, 2002, 19, p. 901-919.

Kos'ko M.K. *Strukturno-fatsial'naya zonal'nost' ordovik-srednedevonskogo karbonatnogo kompleksa ostrovov Anzhu* [Structural-facial zonation of the Ordovician-Middle Devonian carbonate complex of Anjou islands]. Tektonika Arktiki. Skladchatyy fundament shel'fovykh sedimentatsionnykh basseynov. Leningrad: NIIGA, 1977, p. 56-87.

Kos'ko M.K., Avdyunichev V.V., Ganelin V.G., Opekunov A.Yu., Opekunova M.G., Sesil M.P., Smirnov A.N., Ushakov V.I., Khandozhko N.V., Kharrison Dzh.K., Shul'ga Yu.D. *Ostrov Vrangelya: geologicheskoe stroenie, minerageniya, geoekologiya* [Wrangel Island: geology, metallogeny, geo-ecology]. Ministerstvo prirodnikh resursov Rossiyskoy Federatsii, Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut geologii i mineral'nykh resursov Mirovogo okeana. Editor M.K. Kos'ko, V.I. Ushakova. Saint Petersburg: VNIIOkeangeologiya, 2003, 137 p.

Kos'ko M.K., Bondarenko N.S., Nepomiluev V.F. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1 : 200 000 (seriya Novosibirskie ostrova)* [State Geological Map of the USSR. Scale 1: 200,000 (series Novosibirskian Islands)]. Listy T-54-XXXI, XXXII, XXXII; S-53-IV, V, VI; S-53-XI,XII; S-54-I, II, III; S-54 VII, VII, IX, XIII, XIV, XV. Ob'yasnitel'naya zapiska. Editor V.I. Ustitskiy. Moscow: Sevmorgeologiya, 1985, 162 p.

Kuz'michev A.B., Aleksandrova G.N., German A.B. *Apt-al'bskie otlozheniya na o. Kotel'nyy (Novosibirskie ostrova): Novye dannye o stroenii razreza i ignimbritovom vulkanizme* [Aptian-Albian deposits on Kotel'ny Island (Novosibirskian Islands): new data on the structure of the section and ignimbrite volcanism]. Stratigrafiya i geologicheskaya korrelyatsiya, 2009, vol. 17, no. 5, p. 69-94.

Kuz'michev A.B., Cklyapov E.V., Bapash I.G. *Pillou-bazal'ty i glaukofanovye slantsy na ostrove Bol'shoy Lyakhovskiy (Novosibirskie ostrova) - fragmenty litosfery Yuzhno-Anyuyskogo paleookeana* [Pillow basalts and glaucophane schists on Grand Lyakhovsky Island (Novosibirskian Islands) - fragments of lithosphere of South Anyui paleocean]. Geologiya i geofizika, 2005, vol. 46, no. 12, p. 1367-1381.

Kuz'michev A.B., Goldypov A.E. *Proyavleniya permotriasovogo trappovogo magmatizma na ostrove Bel'kovskiy (Novosibirskie ostrova)* [Manifestations of Permian-Triassic trap magmatism on the Belkovsky Island (Novosibirskian Islands)]. Geologiya i geofizika, 2007, vol. 48, no. 2, p. 216-228.

Kuz'michev A.B., Ponomarchuk V., Konilov A.N., Paderin I.P. *Glubinnye pegmatity Emiytasskogo bazit-ul'trabazitovogo kompleksa (o. Bol'shoy Lyakhovskiy, Novosibirskie ostrova) i ikh vozrast* [Deep pegmatites of Emiytassky basic-ultrabasic complex (Great Lyakhovsky Island, Novosibirskian Islands) and their age]. Geokhimiya, 2009, no. 2, p. 197-209.

Kuz'michev A.B., Solov'ev A.V., Gonikberg V.E., Shapiro M.N., Zamzhitskiy O.E. *Sinkollizionnye mezozoyskie terrigennye otlozheniya o. Bol'shoy Lyakhovskiy (Novosibirskie ostrova)* [Syncollisional Mesozoic clastic sediments on Large Lyakhovsky Island (Novosibirskian Islands)]. Stratigrafiya, geologicheskaya korrelyatsiya, 2006, vol. 14, no. 1, p. 33-53.

Kuz'michev A.B., Zakharov V.A., Danukalova M.K. *Novye dannye o stratigrafii i usloviyakh formirovaniya verkhneyurkikh i nizhnemelovykh otlozheniyakh o. Stolbovoy (Novosibirskie ostrova)* [New data on the stratigraphy and conditions of formation of Upper Jurassic and Lower Cretaceous sediments of Stolbovoy Island (Novosibirskian Islands)]. Stratigrafiya, geologicheskaya korrelyatsiya, 2009, vol. 17, no. 4, p. 55-74.

Kuz'min V.G., Avdyunichev V.V., Gavrish A.V., Lazurkin D.V., Proskurnin V.F., Smirnov F.N., Ushakov V.I., Fokin V.I., Shul'ga Yu.D. *Severnaya Zemlya. Geologicheskoe stroenie i minerageniya* [Geological structure and metallogeny]. Ministerstvo prirodnikh resursov Rossiyskoy Federatsii,

Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut geologii i mineral'nykh resursov Mirovogo okeana. Editor I.S. Gramberg, V.I. Ushakov. Saint Petersburg: VNIIOkeangeologiya, 2000, 187 p.

Layer P.W., Newberry R., Fujita K., Parfenov L., Trunilin V., Bakharev A. Tectonic setting of the plutonic belts of Yakutia, northeast Russia, based on  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  geochronology and trace element geochemistry // *Geology*, 2001, vol. 29, no. 2, p. 167-170.

Leyer P., Parfenov L.M., Surnin A.A., Timofeev V.F. *Pervye  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  opredeleniya vozrasta magmaticheskikh i metamorficheskikh porod Verkhoyano-Kolymских mezozoid* [First  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age determinations of igneous and metamorphic rocks of the Verkhoyansk-Kolyma Mesozooids]. *Dokl. AN SSSR*, 1993, vol. 329, no. 5, p. 621-624.

Makeev V.M., Davydov V.I., Ustritskiy V.I. *Nakhodka srednekamennougol'nykh otlozheniy s tropicheskoy faunoy na ostrovakh De Longa* [Discovery of Middle Carboniferous deposits with tropical fauna on De Long islands]. *Stratigrafiya i paleontologiya paleozoya Arktiki*. Leningrad: PGO Sevmorgeologiya, 1991, p. 167-170.

Masurenkov Yu.P., Flerov G.B. *Bazal'ty ostrova Bennetta v Sovetskoj Arktike* [Bennett island basalts in the Soviet Arctic]. *Vulkanologiya i seismologiya*, 1989, no. 1, p. 36-53.

Mirolubova E.S. *Veshchestvennyy sostav i usloviya obrazovaniya porod srednego devona – srednego karbona o. Bel'kovskiy (Novosibirskie ostrova)* [The material composition and conditions of formation of rocks of the Middle Devonian - Middle Carboniferous of Belkovsky Island (Novosibirskian Islands)]. *Kontseptual'nye problemy litologicheskikh issledovaniy v Rossii. Materialy 6-go Vserossiyskogo litologicheskogo soveshchaniya (Kazan', 26-30 September 2011)*. Kazan': Kazan Universuty, 2011, vol. II, p. 49-52.

Nepomiluev V.F., Preobrazhenskaya E.N., Trufanov G.V., Vasilevskaya N.D., Pavlov V.V. *Nizhnemelovye otlozheniya o. Kotel'nogo* [Lower Cretaceous sediments of Kotel'ny Island]. *Sov. Geologiya*, 1979, no. 3, p. 104-109.

Preobrazhenskaya E.N., Trufanov G.V., Vol'nov D.A., Kos'ko M.K., Bondarenko N.S. *Mezozoyskie otlozheniya ostrova Kotel'nogo* [Mesozoic sediments of Kotel'ny Island]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Novosibirskikh ostrovov i ostrova Vrangelya*. Leningrad, 1975, p. 28-37.

Samusin A.I., Belousov K.N. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR m-ba 1:200000. Seriya Novosibirskie ostrova* [State Geological Map of the USSR at a scale of 1:200,000. Series Novosibirskian Islands]. *Listy S-53-XVI, XVII, XXII, XXIII; S-54-XIV, XV, XVI; S-54-XX, XXI, XXII; S-54-XXIII, XXIV; S-54-XXVII, XXVIII; S-54-XXIX, XXX*. Ob'yasnitel'naya zapiska. Moscow, 1985, 129 p.

Silant'ev S.A., Bogdanovskiy O.G., Savostin L.A., Kononkova N.I. *Magmatizm arhipelaga De Longa (vostochnaya Arktika). Petrologiya i petrokimiya effuzivnykh porod i assotsiirovannykh s nimi ksenolitov (ostrova Zhokhova i Vil'kitskogo)* [Magmatism of the De Long Archipelago (eastern Arctic). Petrology and petrochemistry of volcanic rocks, and associated xenoliths (Zhokhova and Vil'kitsky Islands)]. *Geokhimiya*, 1991, no. 2, p. 267-277.

Sobolevskaya R.F. *O graptolitakh ordovika i silura na Novosibirskikh ostrovakh* [On the Ordovician and Silurian graptolites on the Novosibirskian Islands]. *Graptolity i stratigrafiya*. Tallin: AN Est. SSR, 1976, p. 202-209.

Surnin A.A., Okrugin A.V., Zaytsev A.I. *Glubinnye ksenolity v bazal'takh Vostochnoy Yakutii* [Deep xenoliths in the basalts in Eastern Yakutia]. *Otech. geologiya*, 1998, no. 6, p. 44-48.

Til'man S.M., Bogdanov N.A., Byalobzheskiy S.G., Chekhov A.D. *Ostrov Vrangelya Geologiya SSSR. Vol. XXVI. Ostrova Sovetskoy Arktiki. Geologicheskoe opisanie* [Wrangel Island Geology of the USSR. Vol. XXVI. The islands of the Soviet Arctic. Geological description]. Moscow: Nedra, 1970, p. 377-404.

Trufanov G.V., Belousov K.N., Nepomiluev V.F. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200000* [State Geological Map of the USSR 1:200,000 scale. Novosibirskian Islands]. *Seriya Novosibirskie ostrova. Listy T-54-XXXIV, XXXV, XXXVI; T-56-XXXIII; S-54-IV, V, VI, X, XI, XII; S-55-I, II, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII; S-56-III, VII*. Ob'yasnitel'naya zapiska. Moscow, 1986, 106 p.

Verzhbitskiy V.E. *Nekotorye rezul'taty mezostrukturnykh issledovaniy v rayone zapadnogo poberezh'ya ostrova Bel'kovskiy (more Laptevskoy)* [Some of the results of mesostructural research in the west coast of the Belkovsky island (Laptev Sea)]. *Materialy molodezhnoy shkoly-konferentsii KhKhKh11*



Tektonicheskogo soveshchaniya. Moscow: GEOS, 2004, p. 133-135.

Vinogradov V.A., Dibner A.f., Samusin A.I. *O vydelenii permskikh otlozheniy na ostrove Bol'shom Lyakhovskom* [On the allocation of the Permian deposits on the island of Grand Lyakhovskiy]. DAN SSSR, 1974, vol. 219, no. 5, p. 1200-1202.

Vinogradov V.A., Kameneva G.I., Yavshits G.P. *O Giperboreyskoy platforme v svete novykh dannykh po geologicheskomu stroeniyu o. Genrietty* [About Hyperborean platform in the light of new data on the geological structure of the Henrietta Island]. Tektonika Arktiki, 1975, vol. 1, p. 21-25.

Vinogradov V.A., Yavshits G.P. *Stratigrafiya verkhneyurskikh i nizhnemelovykh otlozheniy severnoy chasti o. Stolbovogo* [The stratigraphy of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous deposits of the northern part of Stolbovoy Island]. Geologiya i poleznye iskopaemye Novosibirskikh ostrovov i ostrova Vrangelya. Leningrad, 1975, p. 38-42.

Vol'nov D.A., Sorokov D.S. *Geologicheskoe stroenie o. Bennetta* [The geological structure of the Bennetta Island]. Sbornik po geologii i neftegazonosnosti Arktiki. Leningrad: Gotoptekhizdat, 1961, vol. 16, p. 5-18.

Vol'nov D.A., Voytsekhovskiy V.N., Ivanov O.N. Sorokov D.S., Yashin D.S. *Novosibirskie ostrova* [Novosibirskian Islands]. Geologiya SSSR, vol. XXVI. Ostrova Sovetskoy Arktiki. Geologicheskoe opisanie. Moscow: Nedra, 1970, p. 324-374.

© Косько М.К., Соболев Н.Н., Кораго Е.А., Проскурнин В.Ф., Столбов Н.М., 2013