



УДК 551.24

Н. В. Цуканов

ФГБУН Институт океанологии, РАН, пр. Нахимовский, г. Москва, 117 997;  
e-mail: kambear2011@yandex.ru

## Тектоно-стратиграфические террейны Камчаткой активной окраины: строение, состав и геодинамика

Анализ строения, состава и возраста комплексов, слагающих тектоно-стратиграфические террейны фундамента современной активной континентальной окраины Камчатки, позволяет реконструировать геодинамические условия их формирования и предложить сценарий развития в меловое — эоценовое время. В коньякское — сантонское время на океанической коре палеоокеаники закладывается вулканическая Восточно-Камчатская (Олюторская) дуга. Магматические породы этой дуги относятся к различным магматическим сериям; наблюдается временная, латеральная и продольная неоднородность составов магматических пород в пределах вулканической дуги. С кампанского времени начинает формироваться Ветловский интрадуговой бассейн. Он разделяет Восточно-Камчатскую дугу на Озерновско-Валагинский и Кроноцкий сегменты и развивается как задуговой бассейн до среднего эоцена. В датское время полностью затухает вулканизм в Озерновско-Валагинском сегменте вулканической дуги, и она существует как авулканическое поднятие до коллизии с окраиной континента в палеоэоцене. Активный вулканизм продолжается в Кроноцкой дуге до эоцена. Геодинамическая обстановка в этой части Тихого океана в позднемеловое — эоценовое время была сходна с современной областью Филиппинского моря, Идзу-Бонин-Марианской островодужной системой.

### Введение.

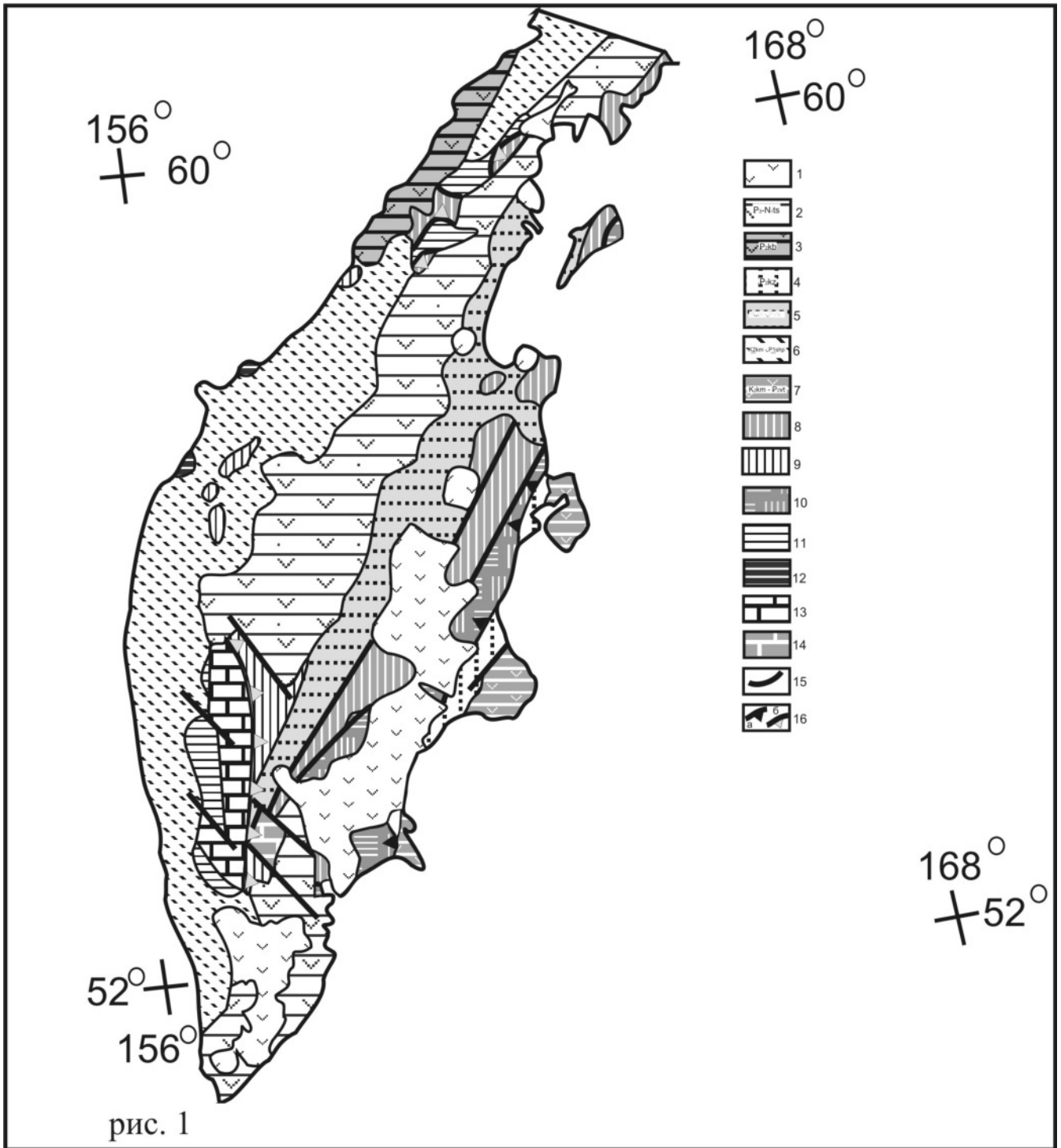
Аккреционную структуру фундамента современной Камчатской активной континентальной окраины формируют тектоно-стратиграфические террейны, вещественные комплексы которых формировались в пределах вулканических дуг и океанических бассейнов [3, 7, 8, 13, 23–26]. Анализ строения, состава и возраста комплексов, слагающих террейны Восточной Камчатки, позволяет реконструировать геодинамические условия их формирования и предложить сценарий развития в меловое — эоценовое время. Выделяются Озерновско-Валагинский террейн (южный сегмент Ачайваям-Валагинской вулканической дуги) и Кроноцкий террейн (Кроноцкая вулканическая дуга) (рис. 1). Вещественные комплексы, формировавшиеся в задуговых и окраинноморских условиях картируются в Ирунейском и Ветловском террейнах. Нами в данной работе основное внимание уделяется строению и развитию Восточно-Камчатских структур, по которым были получены новые данные по составу и возрасту, слагающих их комплексов.

### Основные черты геологического строения террейнов.

Возраст вулканогенно-осадочных комплексов террейнов островодужной природы определяется как сантон-кампан-раннепалеогеновый для Озерновско-Валагинского и коньяк?-сантон-кампан-эоценовый для Кроноцкого террейнов [1, 9–11, 15, 17, 19, 21–22]. Озерновско-Валагинский террейн сложен вулка-

ногенно-кремнистыми, вулканогенно-туфогенными и туфогенно-терригенными образованиями, которые формируют покровно-складчатую и чешуйчатую структуру [3]. Разрезы этих комплексов, мощностью до 1500–2000 м, фациально изменчивы. Магматические образования наиболее древних комплексов ( $K_2st-km_1$ ) Озерновско-Валагинского террейна по химическим особенностям относятся преимущественно к толеитовой серии островных дуг [3, 5, 18]. Кампан-датские образования представлены породами толеитовой, известково-щелочной и реже шошонитовой серий островных дуг. В южном сегменте террейна (Тумрокский и Валагинский сегменты) присутствуют в разрезе ультраосновные вулканы [3]. Активный вулканизм прекращается в датское время. Анализ магматических комплексов в Озерновско-Валагинской дуге позволяет говорить о гетерогенности составов островодужных вулканических в разных сегментах. На п-ове Озёрной преимущественно развиты базальты толеитовой серии. В хр. Кумроч распространены известково-щелочные и толеитовые эффузивы. В хр. Тумрок картируются базальты толеитовой серии с потоками пикритов. В Валагинском хребте развиты обогащённые пикриты и толеитовые базальты, а также вулканы известково-щелочной серии. Присутствуют в небольшом количестве шошониты [3, 5, 18].

В Кроноцком террейне коньяк?-сантон-маастрихтские и маастрихт-датские комплексы слагают отдельные выходы или тектонические пластины,



**Рис. 1.** Тектоническая схема Камчатки: 1-3 – вулканические пояса: 1 – Восточно-Камчатский; 2 – Центрально-Камчатский; 3 – Западно-Камчатский; 4-6 – осадочные бассейны (прогибы): 4 – Тюшевский, 5 – Центрально-Камчатский, 6 – Западно-Камчатский; 7-12 – террейны: 7-9 – островодужной природы: 7 – Кроноцкий, 8 – Озерновско-Валагинский, 9 – Западно-Камчатский; 10-12 – океанической природы: 10 – Ветловский, 11 – Ирунейский, 12 – Омгонский; 13-14 – метаморфические комплексы: 13 – Срединно-Камчатский, 14 – Ганальский; 15 – разломы; 16 – коллизионные швы: а – Гречишкина, б – Лесновско-Андриановский.

часто несколько сотен метров мощности в покровно-складчатой структуре Восточных п-овов Камчатки и характеризуются значительными вариациями химического состава пород (породы толеитовой и из-

вестково-щелочной серий). Эоценовые магматические комплексы представлены во всех сегментах дуги (столбовская и кроноцкая серии) и образованы мощными полифациальными разрезами различных

частей вулканических дуг. Для Кроноцкой дуги полученные данные показывают продольную гетерогенность вдоль простираения дуги в составе верхнемеловых магматических комплексов, которая практически отсутствует в эоценовых образованиях. Верхнемеловые магматические комплексы северного сегмента представлены преимущественно породами толеитовой дифференцированной серии (п-ов Камчатский Мыс), среднего сегмента — высокоглинозёмистой толеитовой серией (Кроноцкий п-ов) и южного сегмента как низкокалиевой толеитовой, так и умеренно-калиевой известково-щелочной серией (п-ов Мыс Налычева и южная часть п-ова Шипунский). Эоценовые магматические комплексы представлены породами высокоглинозёмистой толеитовой серии [10, 12, 16–17, 19, 21, 29].

В островодужных террейнах присутствуют фрагменты офиолитовых комплексов различной природы: это фрагменты океанической коры ( $K_1a-al-K_2s$ ), представленные кремнистыми породами, яшмами, известняками и базальтами. А также гипербазиты и габброиды, предположительно мелового возраста. Базальты по геохимическим особенностям относятся к базальтам СОХ и щелочным базальтам океанических островов [14, 28]. Гипербазиты, представленные преимущественно гарцбургитами, реже дунитами и лерцолитами слагают как крупные массивы, так и блоки в серпентинитовом меланже, по геохимическим характеристикам являются реститами и формировались в надсубдукционных условиях [20, 29]. Важной особенностью этих образований является схожесть геохимических состава перидотитов различных сегментов палеодуг (Кроноцкого п-ова и хр. Валагинского и хр. Кумроч и п-ова Камчатский мыс). Химический состав изученных пород позволяет предполагать, что они формировались из обедненного мантийного источника в пределах океанических вулканических дуг, хотя для перидотитов п-ова Камчатский Мыс предполагается формирование их в пределах аномального сегмента океанического хребта в районе горячей точки [14, 27, 28].

Комплексы ирунейского окраинноморского бассейна, представленные фрагментами разреза, сложенного кремнистыми породами яшмами и известняками с небольшим количеством туфогенного и терригенного материала и потоками толеитовых базальтов, распространены в северной и центральной частях Камчатки. В районе перешейка (Лесновское поднятие) они представлены кремнистыми и глинистыми отложениями и известняками с потоками толеитовых базальтов с подушечной и мелкоглыбовой отдельностью. Возраст этих образований определяется как кампан-маастрихтский [15]. Они надвинуты на терригенные и кремнисто-терригенные отложения лесновской серии кампан-эоценового возраста [13, 15]. Наблюдаются фации позволяющие говорить о смене этих пород в западном и северо-западном направлении на кремнисто-терригенные

и терригенные отложения с включением внутриплитных базальтов [12, 13]. Этот бассейн существовал, вероятно, до эоценового времени, до коллизии Озерновско-Валагинского островодужного террейна с континентальной окраиной [13]. Фрагменты ветловского террейна обнажаются в основании Тюшевского прогиба и на восточных склонах Восточно-Камчатских хребтов. Они представлены полифациальными отложениями от песчаников и алевролитов до кремнистых пород, известняков и яшм с прослоями потоков базальтов. По геохимическим данным они относятся к базальтам СОХ, среди которых отмечаются базальты задуговых бассейнов и, реже, океанических островов (ОИВ). Анализ строения и состава комплексов, слагающих Ветловский террейн, позволяет реконструировать латеральные переходы от склоновых отложений к гемипелагическим и пелагическим условиям, формировавшимся в пределах окраинного моря или междугового бассейна. Наиболее древние кремнистые породы, ассоциирующиеся с толеитовым базальтами, датируются кампаном (в районе Шипунского п-ова), наиболее молодые палеоцен — эоценом [17, 22]. Комплексы Ветловского террейна с несогласием перекрываются отложениями верхнего эоцена и олигоцена [2, 4]. Следовательно, можно говорить о существовании этого бассейна с кампанского времени по эоцен.

### Тектоническая эволюция террейнов

Палеотектонические реконструкции формирования аккреционного фундамента Камчатской активной континентальной окраины на основе палеомагнитных исследований не всегда хорошо согласуются с геологическими данными, что отмечалось во многих публикациях [3, 5, 7–8, 13, 21, 23–26]. Наиболее дискуссионными вопросами является время и место заложения палеодуг, время аккреции их с континентальной окраиной. Эти вопросы с разной степенью детальности обсуждаются в работах [7, 13, 23–25]. Анализ имеющихся данных о строении, составе и возрасте комплексов, слагающих тектоно-стратиграфические террейны, позволяет предполагать несколько сценариев образования и развития палеоостроводужных систем Камчатки: 1. Практически одновременное заложение двух энсиматических палеодуг в коньякск — сантонское время и их дрейф в пределах различных плит к Азиатской окраине и коллизия с ней в различное время. 2. Заложение одной энсиматической дуги в коньякск — сантонское время и раскол её в палеоцене на две дуги с образованием Ветловского интрадугового бассейна. 3. Заложение единой протяжённой вулканической зоны, где Ачайваям-Валагинская и Кроноцкая палеодуги разделялись по трансформному разлому или имели торцовое сочленение.

Уточнение возраста комплексов ветловского задугового бассейна, начала активного вулканизма в Кроноцком террейне, а также данные о составе комплексов, участвующих в строении палеоостроводужных и окраинноморских террейнов, позволяет,

на наш взгляд, вернуться к идее формирования изначально единой энсиматической вулканической дуги и дальнейшего её раскола с образованием окраинного бассейна. Ранее эта идея о расколе единой вулканической дуги высказывалась А. В. Федорчуком, а более подробно изложена в работе [23, 24]. Эта модель с большей достоверностью объясняет нахождение в основании Озерновско-Валагинской и Кроноцкой вулканических дуг близких по возрасту и составу офиолитовых комплексов, особенности химического состава магматических комплексов вулканических дуг и этапы их тектонической эволюции. Основные тектонические события, возраст и состав комплексов (рис. 2).

*Коньяк?-сантон-раннекампанское* время происходит заложение энсиматической протяжённой вулканической дуги. Эта структура закладывалась на значительном расстоянии от Азиатской окраины, но юго-восточное её окончание, вероятно, примыкало к Охотоморской палеоплите [23]. Магматические комплексы этого этапа представлены основными вулканитами толеитовой серии островных дуг и распространены в пределах как Кроноцкого террейна, так и в Озерновско-Валагинском террейне. Заложение этой структуры происходит на коре океанического типа с альб-сеноманским возрастом осадочных комплексов, которые наряду с гипербазитами и габбро обнажаются в серпентинитовом меланже террейнов [3]. В тылу этой дуги существовал окраинноморский бассейн и, возможно, Западно-Камчатская вулканическая палеодуга [23, 24]. Структурно-вещественные комплексы этого бассейна обнажаются в пределах Ирунейского террейна. Он отделял вулканическую дугу от окраины Азиатского континента, и в его пределах в это время происходило смещенное накопление терригенных и кремнисто-глинистых отложений (лесновская серия, ирунейская свита). Начиная с кампанского времени, в южной части этой структуры происходит разделение дуги на Озерновско-Валагинский и Кроноцкий сегменты с началом раскрытия Ветловского интрадугового бассейна. Вулканический фронт Озерновско-Валагинского сегмента оказывается в тыловой части и здесь наряду с накоплением продуктов толеитовой серии происходит излияния пород известково-щелочной серии. Появление вулканитов ультраосновного состава, возможно, связано с процессом раскрытия интрадугового бассейна и вовлечением в магмообразование более глубоких уровней литосферы. Структурно-вещественные комплексы, входящие в состав Кроноцкого террейна образуют фронтальную часть этой островодужной системы. Фрагмент коры ветловского бассейна, вероятно, обнажается в пределах бухты Моховой, р-он г. Петропавловск-Камчатский. Это толща подушечных лав расслоенных туфосилицитами, туфами и кремнями, содержащими микрофауну кампанского возраста [11]. Раскол дуги происходил неравномерно. Вероятно, рифт не распространялся

южнее Шипунского сегмента этой структуры и ограничивался поперечным трансформным разломом. По химическому составу базальты преимущественно относятся к океаническим толеитам, но среди них присутствуют долериты, относящиеся к толеитовой островодужной серии [11, 22]. В позднем маастрихте-дании вулканизм в пределах центральных сегментов Озерновско-Валагинского сектора дуги практически прекращается и только в пределах п-ова Налычева продолжается вулканическая активность с формированием пород известково-щелочной и толеитовой серий островных дуг.

За Озерновско-Валагинском сектором дуги продолжал существовать окраинноморский бассейн (Ирунейское окраинное море). В этом бассейне с северо-запада и запада на юго-восток происходила смена фациальных обстановок от склона и подножья материкового склона (лесновская серия) до пелагических условий открытого бассейна (энингская толща) и вулканической цепи с островодужным типом вулканизма (ирунейская свита). Магматизм окраинного моря характеризуется наличием базальтов СОХ, ВАВВ и ОІВ.

В *палеоцене-эоцене* происходит закрытие Ирунейского окраинноморского бассейна при коллизии Озерновско-Валагинского вулканического поднятия с краем Азиатского континента. При этом происходит надвигание комплексов палеодуги на образования, формировавшиеся в окраинном море и образование сложной покровной структуры [13]. Эоценовые магматические породы (граниты и грано-диориты) и вулканиты кинкильской свиты, являющиеся неавтохтоном, знаменуют новый орогенный этап развития Камчатской окраины и маркируют новый край Азиатского континента для этого времени.

В то же время продолжает развиваться Ветловский окраинный бассейн в тылу Кроноцкой вулканической дуги. Данные о составе и строении ветловского террейна позволяют реконструировать бассейн осадконакопления как континентальный склон для туфотерригенных комплексов и открытый океанический бассейн для кремнистых и известковистых пород и океанических базальтов для палеоцен-эоценового времени. Структура террейна показывает, что он формировался как аккреционная призма и или как коллизионный комплекс при аккреции Кроноцкой палеодуги к Камчатской окраине. Время становления Ветловского террейна, исходя из того, что его породы перекрываются поздним эоценом?-олигоценом и как структурный комплекс надвинуты на миоценовые образования тюшевской серии до олигоценовое, т. е. можно говорить, что океанический или окраинноморский бассейн закрылся до этого времени и далее происходило накопление отложений тюшевского бассейна. Формирование ветловского комплекса происходило в несколько этапов и началось, вероятно, в позднем эоцене? — олигоцене. При приближении Кроноцкой палеодуги

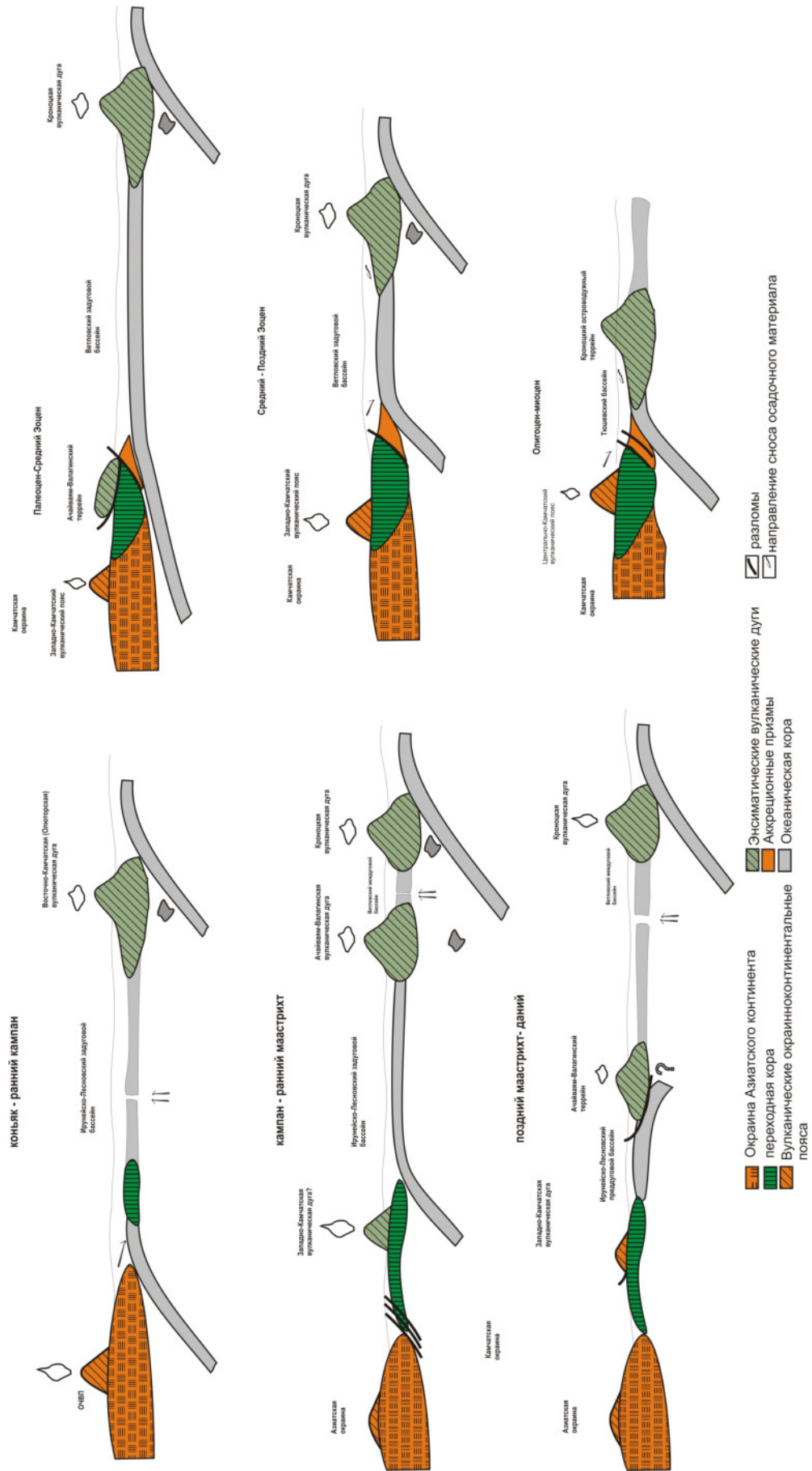


Рис. 2. Схема геодинамической эволюции в меловое — эоценовое время

к вновь сформированной Камчатской окраиной формировалась сложно построенная покровно-складчато-надвиговая структура между двумя сближающимися блоками. Затем этот комплекс был аккрецирован к Камчатской окраине. Процесс этот имел дискретный характер и продолжался длительное время, при этом бассейн между двумя сближающимися блоками превращался из окраинноморского в преддуговой или междуговой. Конфигурация бассейна менялась, наиболее широкая часть, вероятно, находилась в районе Кроноцкого п-ова (современные координаты), где продолжалось осадконакопление в эоцене-олигоцене, и при дальнейшем сближении террейнов эти комплексы принимали участие в формировании современной аккреционной структуры.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0149–2014–0028).

### Список литературы

1. *Бахтеев М. К., Палечек Т. Н., Тихомирова С. Р., Морозов О. А.* Кампанские радиоларии северной части Валагинского хребта (Восточная Камчатка) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2002. Том. 10. № 4. С. 52–61.
2. Геологическая карта и карта полезных ископаемых Камчатской области и Корякского автономного округа. Масштаб 1:1 500 000 // Гл. редакторы: Литвинов А. Ф., Марковский Б. А., Зайцев В. П. СПб.: ВСЕГЕИ, 2005.
3. *Зинкевич В. П., Константиновская Е. А., Каменецкий Д. В., Данюшевский Л. В., Магакян Р. Цуканов Н. В. и др.* Аккреционная тектоника Восточной Камчатки. М.: Наука, 1993. 272 с.
4. Карта полезных ископаемых Камчатской области. Масштаб 1:500 000 // Гл. редакторы: Литвинов А. Ф., Патока М. А., Марковский Б. А. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999.
5. *Коваленко Д. В., Колосков А. В., Цуканов Н. В., Федоров П. И.* Геодинамические условия формирования и магматические источники позднемеловых-раннепалеогеновых комплексов Северной части Камчатки // Геохимия. 2009. № 4. С. 348–377.
6. *Коваленко Д. В., Ставерова О. О., Цуканов Н. В.* Изотопные и геохимические характеристики позднемеловых и кайнозойских отложений флиша Камчатки и юга Корьяки. Тихоокеанская геология 2010. Том. 29 № 1 С. 3–14.
7. *Левашова Н. М.* Кинематика позднемеловых и мел-палеогеновых энсиматических островных дуг Камчатки. Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. М.: ГИН, 1999. 22 с.
8. *Левашова Н. М., Шапиро М. Н., Бенъямовский В. Н., Баженов М. Л.* Реконструкция тектонической эволюции Кроноцкой островной дуги (Камчатка) по палеомагнитным и геологическим данным // Геотектоника. 2000. № 2. С. 65–84.
9. *Палечек Т. Н.* Кампан — маастрихтские радиоларии Корякско-Камчатского региона // Тихоокеанская геология, 2002. Том. 21, № 1, С. 76–88.
10. *Разницин Ю. Н., Хубуная С. А., Цуканов Н. В.,* Тектоника Восточной части Кроноцкого п-ова и формационная принадлежность базальтов (Камчатка) // Геотектоника. 1985. № 1. С. 88–101.
11. *Савельев Д. П., Палечек Т. Н., Портнягин М. В.* Кампанские океанические кремнисто-вулканогенные отложения в фундаменте Восточного Камчатского вулканического пояса // Тихоокеанская геология. 2005. Том. 24. № 2. С. 46–54.
12. *Сколотнев С. Г., Цуканов Н. В., Савельев Д. П., Федорчук А. В.* О гетерогенности составов островодужных образований Кроноцкого и Камчатскомысского сегментов Кроноцкой палеодуги (Камчатка) // Докл. РАН. 2008. Том. 418. № 2. С. 232–236.
13. *Соловьев А. В.* Изучение тектонических процессов в областях конвергенции литосферных плит. Труды ГИН, вып. 577. М.: Наука, 2008. 319 с.
14. *Федорчук А. В.* Полигенные офиолиты полуострова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Известия АН СССР. Сер. геол. 1991. № 2, С. 14–28.
15. *Федорчук А. В., Извеков И. Н.* Новые данные о строении Северной части Срединного хребта Камчатки // Известия РАН. Сер. Геологическая. 1992. С. 247–151
16. *Цуканов Н. В.* Эоценовый магматизм северного сегмента Кроноцкой палеодуги (п-ов Камчатский Мыс, Камчатка). // Вестник КРАУНЦ, Науки о Земле. 2013. № 1. Вып. 21. С. 7–15.
17. *Цуканов Н. В., Палечек Т. Н., Соловьев А. В., Савельев Д. П.* Тектоно-стратиграфические комплексы южного сегмента Кроноцкой палеодуги (Восточная Камчатка): строение, возраст и состав // Тихоокеанская геология. 2014. Том. 33. № 4. С. 3–17.
18. *Цуканов Н. В., Сколотнев С. Г., Коваленко Д. В.* Новые данные о составе островодужных вулканиках Восточных хребтов Камчатки. Доклады Академии наук 2008, Том. 418, № 3, стр. 372–377.
19. *Цуканов Н. В., Сколотнев С. Г., Палечек Т. Н.* Новые данные о составе и строении аккреционной призмы п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Вестник КРАУНЦ, Науки о Земле. 2008. № 2. Вып. 12. С. 42–50.
20. *Цуканов Н. В., Сколотнев С. Г., Пейве А. А.* Новые данные о составе офиолитов Кумрочско-Валагинского сегмента Ачайваям-Валагинской палеодуги (Восточная Камчатка). ДАН РАН 2009, № 5, вып. 427, стр. 664–668.
21. *Цуканов Н. В., Сколотнев С. Г., Савельев Д. П.* Новые данные о составе и строении вулканических комплексов мыса Налычева и п-ова Шипунский (Камчатка) // Вулканология и Сейсмология. 2009. № 1. С. 21–30.
22. *Цуканов Н. В., Федорчук А. В., Литвинов А. Ф.* Океанический комплекс Шипунского полуострова (Восточная Камчатка) // Докл. АН СССР. 1991. Том. 318. № 4. С. 958–962.
23. *Чехович В. Д., Сухов А. Н.* О некоторых нерешенных вопросах геологического развития Западной Камчатки в позднемезозойское — раннекайнозойское время. Западная Камчатка: геологическое развитие в мезозое. М.: Научный Мир, 2005. С. 195–220.
24. *Чехович В. Д., Сухов А. Н.* Раскол позднемеловой Ачайваям-Валагинской дуги в палеоцене (террейны Южной Корьяки и Восточной Камчатки) // Докл. РАН. 2006. Том. 409. № 5. С. 658–661.
25. *Шапиро М. Н., Соловьев А. В.* Кинематическая модель формирования Олюторско-Камчатской складчатой области // Геология и Геофизика. 2009. Том. 50. № 8. С. 863–880.

26. Alexeiev Dmitriy V., Christoph Gaedicke, Nikolay V. Tsukanov, and Ralf Freitag. Collision of the Kronotskiy arc at the NE Eurasia margin and structural evolution of the Kamchatka – Aleutian junction. *International Journal Earth Science (Geol. Rundsch.)*. 2006. Vol. 95. P. 977–993.
27. Batanova V. G., Lyaskovskaya Z. E., Savelieva G. N., Sobolev A. V. Peridotites from the Kamchatsky Mys: evidence of oceanic mantle melting near a hotspot. *Russian Geology and Geophysics*. 2014. Vol. 55. P. 1395–1403.
28. Portnyagin, M.V., Saveliev, D.P., Hoernle, K. Plume-related association of Cretaceous oceanic basalts of eastern Kamchatka: compositions of spinel and parental magmas // *Petrology*. 2005. V.13 (6), P. 571–588.
29. Tsukanov N. V., Kramer W., Skolotnev S. G., Luchitskaya M. V., Seifert W. Ophiolites of the Eastern Peninsulas zone (Eastern Kamchatka): Age, composition, and geodynamic diversity // *Island Arc* 2007. Vol. 16. N3. P. 431–457.

---

## **Секция II**

Геодинамика зоны перехода океан-континент:  
геофизические исследования в областях  
современного и четвертичного вулканизма,  
природные катастрофы.