

Академия наук СССР  
Ордена Трудового Красного Знамени Геологический институт

На правах рукописи

УДК 551.24:551.79(571.66)

Ижурич Андрей Иванович

ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНАЯ ТЕКТОНИКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ КАМЧАТКИ

Специальность 04:00.04 – Гестектоника

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Москва

1988

Работа выполнена в Лаборатории неостектоники и космической геологии Геологического института АН СССР

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук  
В.Г. Трифонов

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук  
В.К. Шукин (ВНИИ Геофизика Мингео СССР)  
кандидат геолого-минералогических наук  
А.Е. Панцер (ГИН АН СССР)

Ведущее предприятие: Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР

Защита состоится "28" апреля " 1988 г. в 14<sup>30</sup> час.  
в конференц-зале ГИН АН СССР на заседании Специализированного  
совета Д.002.51.02 по общей и региональной геологии, гестектонике  
и геологии океанов и морей при Геологическом институте АН СССР по  
адресу: 109017 Москва, Б-17, Пыжевский пер., 7.

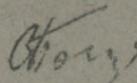
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОГТГН

Автореферат разослан "28" марта 1988 г.

Ученый секретарь

Специализированного совета

доктор геолого-минералогических наук

 С.В. Богданов

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Камчатка находится в системе структур переходной между Тихим океаном и его континентальным обрамлением зоны. Она несет в себе признаки как островодужных систем, так и Тихоокеанского тектонического пояса в целом (Кропоткин, Шахварстова, 1965; Пущаровский, 1965, 1972) и результаты ее изучения имеют, в этом смысле, не только региональное значение. При наличии множества представлений и мнений о направленности и особенностях эволюции структуры Камчатки, очевиден, в то же время, недостаток конкретных данных о реальных тектонических движениях в ее пределах. Изучение наиболее молодых - средне-позднететвертичных движений по разломам Центральной Камчатки, прямо отраженных в рельефе и не затухавших позднейшими процессами, в известной степени восполняет этот пробел.

Цель и задачи работы. Цель - выявление закономерностей и геодинамических условий формирования тектонической структуры Центральной Камчатки в средне-позднететвертичное время. Задачи включали: выделение и детальное изучение морфологических и кинематических характеристик тектонических нарушений различных направлений; составление, с учетом данных изучения разрывной тектоники, схемы современной структуры Центральной Камчатки; определение роли вулканических и тектонических процессов в формировании структуры Центральной Камчатки в средне-позднететвертичное время; выявление в пределах Центральной Камчатки структур и тектонических процессов, присущих Тихоокеанскому тектоническому поясу в целом.

Фактическая основа работы. Работа выполнена в рамках темы Геологического института АН СССР "Неотектоническая и современная активность Земли и методы ее изучения из космоса" (гос. рег. № 01.86.0098.393). В основу работы положены оригинальные материалы полевых исследований, проведенных автором самостоятельно в различных районах Центральной Камчатки в 1980-1985 и 1987 годах. В процессе исследований были отдешифрованы аэрофотозображения районов распространения главных зон молодых разрывов и топографические карты всей территории Центральной Камчатки. При полевом изучении разрывов выполнено более 50 замеров амплитуд и направлений смещений, отраженных на фотографиях и рисунках. Построен

ряд детальных гипсометрических профилей. Используются данные радиоуглеродного анализа отобранных автором образцов. Учтены все литературные данные о параметрах позднечетвертичных движений в пределах Центральной Камчатки и сравниваемых с ней районов обрамления Тихого океана.

Методы исследования. Основным методом выявления закономерностей формирования структуры Центральной Камчатки было детальное изучение молодых (позднечетвертичных) разломов, подвижки по которым отражают общую направленность и особенности процесса деформирования земной коры региона в новейшее и четвертичное время. Выделение и картирование разрывов проводилось при дешифрировании аэрофотоснимков с составлением схем масштаба 1:100 000, а на отдельные участки - 1:25 000. Полевое определение морфологических и кинематических характеристик разрывов опиралось на разработанный В.Г. Трифоновым метод изучения деформаций форм рельефа различного возраста и генезиса. Помимо разрывных изучались складчатые молодые деформации. Интерпретация схемы современного структурного плана Центральной Камчатки включала выделение и анализ структурных парагенезов (Лукьянов, 1965). Для определения глубины заложения тех или иных структурных элементов использовались геофизические и структурно-геологические данные.

Научная новизна работы. 1) Впервые обоснована значительная роль правосторонних горизонтальных перемещений вдоль структур север-северо-восточного ("камчатского") простирания. 2) Выделены структурные элементы различной морфологии и генезиса, образующие два структурных плана, одновременное развитие которых в средне-позднечетвертичное время интерпретируется как проявление разной глубины заложения структур и тектонической расслоенности литосферы Центральной Камчатки. 3) Показано, что формирование структуры Центральной Камчатки определялось различными причинами (источниками деформаций); лишь один из структурных планов обнаруживает связь с сейсмофокальной зоной и вулканизмом. 4) В структуре Центральной Камчатки выявлены структурные элементы, общие для Тихоокеанского тектонического пояса.

#### Защитаемые положения.

1. Средне-позднечетвертичная структура Центральной Камчатки образована элементами двух разновозрастных структурных планов. Один из них представляет собой парагенез структур субширотного

горизонтального скатия. Определяющим в нем являются правосторонние горизонтальные перемещения по зоне разломов передового фаса. Второй план выражен на поверхности системой линейных север-северо-восточных грабен-синклинальных прогибов и горст-антиклинальных поднятий и субширотными раздвиго-сдвиговыми зонами. Структурные планы дискордантны между собой и их одновременное развитие не может быть следствием единого тектонического процесса.

2. Структурные планы различаются глубиной заложения составляющих их структурных элементов. Одновременное (в рамках средне-позднечетвертичного этапа) развитие двух разноглубинных структурных планов может рассматриваться как проявление тектонической расслоенности литосферы Центральной Камчатки.

3. По своим параметрам зона разломов передового фаса Центральной Камчатки идентична крупнейшим верхнекоровым сдвигам обрамления Тихого океана и образует с ними единую систему структур.

Практическое значение. Составленная схема средне-позднечетвертичной структуры Центральной Камчатки, включающая активные и в голоценовое время разрывы, может быть использована при сейсмическом районировании, долгосрочном сейсмическом прогнозе и при проведении повторных геодезических работ.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на Конференции молодых ученых и специалистов Геологического института АН СССР (1981 г.), дважды на конкурсных сессиях института (1984, 1986 г.г.), на заседании Секции неотектоники и современной геодинамики XX Всесоюзного тектонического совещания (Москва, 1987 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано и находится в печати 6 работ.

Объем и структура работы. <sup>(159 стр. маши. текста)</sup> Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения, содержит 53 рисунка и 3 таблицы. Библиография включает 107 наименований.

В первой главе кратко рассмотрены вопросы геологического строения и истории тектонического развития Камчатки, выделения границ новейшего этапа и основных закономерностей новейших тектонических движений, роли средне-позднечетвертичных вулканических и тектонических процессов в формировании ее структуры. Во

второй главе проводится общее районирование средне-позднечетвертичной структуры Центральной Камчатки и излагаются существующие представления о закономерностях и геодинамических условиях ее формирования. Третья глава содержит детальное изложение результатов полевого изучения молодых разрывов Центральной Камчатки, структурных планов и структуры в целом. В четвертой главе обосновывается разноглубинность выделенных структурных планов Центральной Камчатки. В пятой главе рассмотрены глубинное строение земной коры и верхней мантии Центральной Камчатки и характер возможных глубинных процессов, показана роль процессов тектонического расслоения литосферы в формировании структуры региона и в проявлениях средне-позднечетвертичного кислого вулканизма. Шестая глава посвящена сравнительному анализу структуры Центральной Камчатки с другими районами обрамления Тихого океана и геодинамической интерпретации некоторых общих для Тихоокеанского тектонического пояса в целом структур и тектонических процессов. В заключении излагаются основные выводы проведенных исследований.

Диссертация выполнена в Лаборатории неотектоники и космической геологии Геологического института АН СССР под руководством доктора геолого-минералогических наук В.Г. Трифонова, которому автор искренне признателен. Отдельные положения и выводы работы неоднократно обсуждались с В.И. Макаровым, С.Ф. Скобелевым, Г.А. Востриковым, В.П. Зинкевичем (ГИН АН СССР). Автор пользовался при выполнении работы консультациями И.В. Мелекесцова и И.В. Флоренского (ИБ АН СССР). В осуществлении полевых работ большая помощь была оказана П.П. Белухиным, а при оформлении диссертации — Г.И. Волчковой. Всем названным лицам автор выражает свою благодарность.

#### ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

Положение I. "Средне-позднечетвертичная структура Центральной Камчатки образована элементами двух разновозрастных структурных планов. Один из них представляет собой парагенез структур субширотного горизонтального сжатия. Определяющим в нем являются правосторонние горизонтальные перемещения по зоне разломов передового фаса. Второй план выражен на поверхности системой линей-

ных север-северо-восточных грабен-синклинальных прогибов и горст-антиклинальных поднятий и субширотными раздвиго-сдвиговыми зонами. Структурные планы дискордантны между собой и их одновременное развитие не может быть следствием единого тектонического процесса".

Под позднечетвертичной структурой Центральной Камчатки понимается комплекс активных в позднем плейстоцене и голоцене структур, сформированных в результате интенсивных тектонических движений, начавшихся примерно со среднего плейстоцена. Появление этих структур предшествовал период общего снижения тектонической активности региона, охвативший конец позднего плиоцена — ранний плейстоцен, во время которого в условиях невысокого недифференцированного рельефа происходили площадные излияния основных и средне-основных лав.

Вертикальные движения средне-позднечетвертичного времени привели к появлению линейных блоков общего север-северо-восточного простирания, определивших основную зональность современной структуры полуострова, согласную с простиранием главнейших элементов Курило-Камчатского сегмента зоны перехода от континента к океану — краевого океанического вала, глубоководного желоба, поднятия островной дуги и окраинного моря (рис.). Э.Н. Эрлихом (1965, 1973) и А.Е. Святловским (1967) было показано, что линейные блоки в структурном отношении представляют собой грабен-синклинали и горст-антиклинали или же их зоны и что к первым приурочено большинство проявлений средне-позднечетвертичного вулканизма. По степени дифференцированности структуры, количеству вулканических зон Камчатка разделяется на три подсегмента — Южно-Камчатский, Северо-Камчатский-Ольторский и Центрально-Камчатский между ними. Последний (Центральная Камчатка) — наиболее сложно построен. Его южная граница проводится по т.н. Начикинской зоне поперечных дислокаций, протягивающейся на северо-запад примерно от Авачинского залива. Северная граница Центральной Камчатки находится в целом на продолжении структур Алеутской островной дуги и проявляется, в основном, как зона, ограничивающая распространение средне-позднечетвертичных вулканических поясов.

Важнейшая особенность линейных блоков состоит в их асимметричности — разломную природу имеют только восточные борты грабен-синклиналей. Границами поднятий и впадин определяется поло-

жение в структуре Центральной Камчатки главных зон молодых разрывов. Одна из них разделяет грабен-синклинали вулканической зоны Срединного хребта и Козыревско-Быстринскую систему поднятий, вторая, наиболее мощная и протяженная, — прогиб Центральной Камчатской депрессии и поднятие Восточных хребтов (зона разломов передового фаса). Известно, что по разрывам обеих зон в средне-позднечетвертичное время вертикальные перемещения имели сбросовый характер. Несколько отличной по положению в структуре и морфологии является система раздвигов и сбросо-раздвигов осевой зоны растяжения Восточно-Камчатского вулканического пояса.

Существование системы линейных асимметричных поднятий и впадин, ее связь с примерно поперечным к Камчатке растяжением, приуроченность к грабен-синклинальным прогибам проявлений средне-позднечетвертичного вулканизма признается всеми исследовате-

Рис. Схема современного структурного плана Камчатки (составлена с использованием данных Э.Н.Эрлиха (1973), В.А.Ермакова, Е.Е.Милановского, А.А.Таракановского (1974), История развития..., 1974, И.В.Флоренского, В.Г.Трифонов (1985)).

1 — области конэрозионного воздымания высоко поднятые (а) и относительно опущенные (б) и области аккумуляции рыхлого материала (в); 2 — конэрозионные (а) и конседиментационные (б) антиклинальные складки поверхности дочетвертичного основания; 3 — области накопления средне-позднечетвертичных вулкаников; 4 — центры вулканических извержений: а — щитообразные нижнечетвертичные вулканы, б — средне-позднеплейстоценовые кальдеры, в — позднеплейстоцен-голоценовые стратовулканы, г — средне-позднеплейстоценовые стратовулканы; 5 — разломы: а — с выраженной в рельефе сбросовой компонентой в сотни м, б — в первые метры и десятки м, в — с неустановленным характером смещений (выявленные при анализе рельефа), г — со сдвиговой компонентой смещений; 6 — разломные зоны, плохо проявленные на поверхности (скрытые); 7 — подводные хребты; 8 — оси камчатского и алеутского глубоководных желобов. Римские цифры — элементы системы линейных поднятий и впадин Центральной Камчатки: I — вулканическая зона Срединного хребта, II — Козыревско-Быстринская система поднятия, III — Центральная Камчатская депрессия, IV — поднятие Восточных хребтов, V — Восточно-Камчатский вулканический пояс.

лями новейшей и четвертичной тектоники Камчатки и является основой большинства региональных тектонических и геодинамических построений. В.А.Ермаков, Е.Е.Милановский, А.А.Таракановский ин-

ва. Субширо- Г.П.Декиным тся верхнеко- и перемещащи- о Э.Н.Эрлиху, тжения в тылу нятия. По мне- х прогибов от- терную для

Субширотные но как раздви- бшим во всех оцессов растя- ичной время, тать представ- иза позднекай- ном развитии ого.

ктурного плана, практически ских движениях ется неодно- ентов и направ- делей. Напри- ур меридиональ- о зонам разло- Я Камчатки. ениях по зоне осдвиговых

охвачены хр, разломов пе- яя часть зоны хребты (ожное ены данные, по-

жение в структуре Центральной Камчатки главных зон молодых разрывов. Одна из них разделяет грабен-синклиналь вулканической зоны Срединного хребта и Козыревско-Быстринскую систему подня-

тиями новейшей и четвертичной тектоники Камчатки и является основой большинства региональных тектонических и геодинамических построений. В.А.Ермаков, Е.Е.Милановский, А.А.Таракановский интерпретировали ее как отражение процесса рифтогенеза. Субширотные разломы, выделенные впервые О.И.Супруненко и Г.П.Декиным (1968) по геофизическим данным, в их модели являются верхнекоревыми сдвигами типа трансформных, ограничивавшими перемещавшиеся к востоку блоки земной коры Камчатки. Согласно Э.Н.Эрлиху, грабен-синклинальные зоны появляются как зоны растяжения в тылу надвигов, которым отвечают сложно построенные поднятия. По мнению А.Е.Шанцера, формирование грабен-синклинальных прогибов отражает общую тенденцию нисходящих движений, характерную для всего позднекайнозойского этапа эволюции региона. Субширотные разломы, по его данным, развиваются преимущественно как раздвиги, выполняющие роль магмоводов. Таким образом, общим во всех моделях является признание исключительной роли процессов растяжения в формировании структуры Камчатки в четвертичное время. Определенной эволюцией в этом отношении можно считать представление В.А.Ермакова (1984), который на основе анализа позднекайнозойских образований пришел к выводу о параллельном развитии на Камчатке двух режимов - орогенного и рифтогенного.

При очевидном существовании на Камчатке структурного плана, обусловленного процессами поперечного растяжения, практически полностью отсутствуют данные о реальных тектонических движениях средне-позднечетвертичного времени. Этим определяется неоднозначность трактовок тех или иных структурных элементов и направлений и, соответственно, различия существующих моделей. Например, это касается природы субширотных зон, структур меридиональных направлений, проблемы сдвиговых перемещений по зонам разломов и их роли в формировании структуры Центральной Камчатки. Высказывались мнения как о правосдвиговых перемещениях по зоне разломов передового фаса (Эрлих, 1973), так и левосдвиговых (Леглер, 1976).

Полевыми исследованиями автора работы были охвачены хр. Кумроч и п-ов Камчатский (северное окончание зона разломов передового фаса), хр. Тумрок и его обрамление (средняя часть зоны разломов) и южная часть Валагинского и Ганальский хребты (южное окончание зоны разломов). В результате были получены данные, по-



казавшие, что комплекс средне-позднечетвертичных структур Центральной Камчатки и характер тектонических движений и напряжений, их создавших, не исчерпываются системой линейных поднятий и впадин (структурным планом субпоперечного к Камчатке растяжения) и исключительно вертикальными сбросовыми движениями по ограничивавшим их разрывам и разрывным зонам.

В хр. Кумроч изучены проявленные в рельефе разрывы зоны разломов передового фаса (разрывы западной и центральной частей хребта) и система разрывов между его западным и восточным блоками. По большинству разрывов последние активные подвижки происходили в начале голоцена. В рельефе уверенно фиксируются как сбросовая, так и сдвиговая (правого знака) компоненты смещений, при повсеместном преобладании последней. В зависимости от возраста смещенных форм рельефа правосдвиговая компонента для север-северо-восточных разрывов меняется от 1,7-4 м до 30-35 м, а соответствующая сбросовая — от 1,5 до 13-15 м. Для северо-восточных разрывов восточного склона хребта (северное окончание зоны, разделяющей западный и восточный блоки хребта), движения по которым продолжались и в среднем голоцене, максимальное сдвиговое смещение в рельефе достигает 60-70 м, а однообразное сбросовое — около 15 м.

В юго-восточной части п-ва Камчатский восток-северо-восточный разрыв, протягивавшийся от верховьев р. 1-я Перевальная до восточного побережья полуострова, как показывают результаты его изучения, представляет собой чистый правый сдвиг. Движения по нему привели к правосдвиговым деформациям форм рельефа вплоть до среднеголоценового возраста с максимальной амплитудой в 70-75 м, а сбросовым — не более 5 м.

Для всех разрывов хр. Кумроч и п-ва Камчатский, вне зависимости от возраста последних подвижек и вариаций простирания в пределах северо-восточных направлений, скорость правого сдвига оценивается величиной порядка 1 см в год. Разброс значений отношения сдвиг/сброс для этих разрывов обусловлен исключительно изменениями скоростей и амплитуд вертикальных сбросовых перемещений.

Изучение молодых разрывов северо-западного простирания в тех же районах показало, что они также относятся к сбросо-сдвигам, но сдвиговая компонента смещений имеет левый знак.

Очевидно, что разрывы северо-восточного и северо-западного направлений в совокупности образуют единую динамическую систему, существование которой можно интерпретировать как проявление напряжений субширотного горизонтального сжатия. Этот вывод подтверждается и данными о молодых складчатых деформациях, выявленных при построении детальных гипсометрических профилей поверхностей разного генезиса. Прежде всего эти данные свидетельствуют о самом наличии складчатых деформаций, а анализ рельефа хр. Кумроч и п-ва Камчатский говорит о субмеридиональном, с отклонением к северо-западу, простирании складчатых структур. Они дополняют динамическую систему разнонаправленных сдвигов, образуя с ними парагенез структур субширотного горизонтального сжатия.

Описанные структуры не могут быть элементами структурного плаца, создаваемого системой линейных поднятий и впадин Центральной Камчатки, не вписываются в него. Развитие последних связано с примерно поперечным к Камчатке растяжением, проявленным в сбросовой компоненте перемещений, величина которой максимальна, соответственно, у молодых разрывов подножья высокоамплитудного уступа между хребтом и Центральной Камчатской депрессией. Из непосредственного изучения характера соотношения упомянутого уступа с системой субпараллельных молодых сдвигов зоны разломов передового фаса следует, что запечатленные в уступе сбросовые движения и ступенчатый в плане характер его линии, связанный с "перекоком" уступа с одного на другой из системы молодых сдвигов, отражает процесс опускания (обрушения) периферических блоков хребта. Последующее погружение блоков под уровень аккумуляции приводит к прогрессирующему расширению впадины Центральной Камчатской депрессии. Сдвиги зоны разломов передового фаса играют при этом роль первичных структурных неоднородностей, определяющих конфигурацию погружающихся блоков. Показательно, что примерно на широте вулкана Шивелуч уступ между хребтом и депрессией разворачивается от север-северо-восточного к северо-западному направлению, а север-северо-восточные сдвиги продолжают, не меняя своего направления, в пределы сводового поднятия хребта. Иначе говоря, сбросовая и сдвиговая компоненты перемещений по разрывам зоны разломов передового фаса динамически и кинематически не связаны, имея, по-видимому,

различный источник.

Таким образом, в средне-позднечетвертичное время в тектоническом развитии хр. Кумроч и п-ва Камчатский осуществляли две в определенном отношении независимые тенденции. Одна из них привела к формированию парагенеза структур субширотного горизонтального скатия - разнонаправленных сдвигов и складчатых структур. Вторая проявилась в структурах и движениях, связанных с развитием Центральной Камчатской депрессии - элемента системы линейных поднятий и впадин Центральной Камчатки.

В районе хр. Тумрок и его обрамления (на широте Кроноцкого полуострова) развита принципиально та же система молодых дислокаций, что и в районе хр. Кумроч и п-ва Камчатский. Вдоль границы одностороннего горста хребта и депрессии р. Левая Шапина (элемент Центральной Камчатской депрессии) протягивается отрезок зоны разломов передового фаса. Для разрывов, по которым движения происходили и в начале голоцена, выраженные в рельефе правосторонние смещения достигали величины 30 м, а сбросовые - 3 м. К востоку от хребта, в бассейне верховьев р. Стожок, откартирована система северо-восточных правых и северо-западных левых сдвигов, активных до начала голоцена включительно. Левосдвиговую природу северо-западного разлома в северной части п-ва Кроноцкий показал В.А. Леглер (1976, 1979). Средняя скорость левого сдвига за последние 100 тысяч лет достигала, по его подсчетам, величины порядка 1 см в год. Правые горизонтальные смещения элементов рельефа наблюдались нами для северо-восточных разрывов, протягивавшихся вблизи крупного северо-восточного разлома, определявшего положение долины среднего течения р. Стожок. В рельефе района отчетливо выражена также система дуговидных, выпуклых к западу структур, заключенных в плане между разнонаправленными сдвигами. В целом складчатые дуги и сдвиги образуют единую систему - парагенез структур субширотного горизонтального скатия, в динамическом отношении дискордантный линейным поднятиям и впадинам Центральной Камчатки.

Понимая грабенообразной депрессии р. Левая Шапина дискордантной по отношению к описанным структурам выглядит субмеридиональная зона активных и в голоцене маломощных сбросов, продолжающих пояс разрывов осевой зоны растяжения Восточно-Камчатского вулканического пояса. Для них сдвиговая компонента не характерна.

Последний из трех изученных районов расположен на самом юге Центральной Камчатки и охватывает южную часть Балагинского и Ганальского хребтов. С северо-запада и запада поднятия хребтов по зоне разломов передового фаса граничат с Центральной Камчатской депрессией и ее южным продолжением - грабенообразной депрессией р. Быстрая. Последние подвижки по зоне разломов происходили в начале голоцена. В месте пересечения зоной долины р. Кавыча обнаружено правостороннее смещение борта ледникового трога второй стадии позднеплейстоценового оледенения ( $Q_3^4$ ) примерно на 80 м. Одновозрастное сбросовое смещение составляет около 5 м. В верховьях р. Правая Камчатка (примерно на широте вулкана Бакенинг) последние подвижки по восток-северо-восточному разрыву зоны разломов были несколько моложе. Здесь примерно на 120 м смещен вправо тыловой уступ террасы, врезанной в поверхность флювиогляциальной равнины второй стадии позднеплейстоценового оледенения.

В рельефе поднятий Балагинского и Ганальского хребтов отчетливо проявлены особенности средне-позднечетвертичной структуры. При прослеживании с севера на юг происходит в целом плавный разворот линейных структур, определяющих зональность рельефа, от меридионального до северо-западного - соответствующего направлению Начикинской зоны поперечных дислокаций. Наблюдения показывают, что эти структуры возникли при близкоперечном к ним горизонтальном скатии. Положение депрессии р. Кавыча (в ее горной части) контролируется синклинальной складкой, восстанавливаемой по деформации поверхности раннечетвертичных базальтов. Субмеридиональный разлом восточного ограничения депрессии р. Ср. Авача (западная граница Авачинского поднятия), судя по изменениям простирания линии его выхода на поверхность в зависимости от рельефа и данным изучения его плоскости в обнажениях, является круто наклоненным на восток взбросом.

Очевидно, что сдвиговые перемещения по зоне разломов передового фаса и появление и активное развитие субмеридиональных складчатых и взбросовых структур динамически взаимосвязаны и свидетельствуют о деформации этого участка зоны поднятий Восточных хребтов при субширотном скатии.

В пределах рассмотренного района протягивается западный отрезок Бакенинг-Карынской широтной зоны - самой южной из выделен-

ных на территории Центральной Камчатки. На восток она прослеживается до осевой зоны Восточно-Камчатского вулканического пояса — к кальдере Карымского озера. На изученном отрезке зона выглядит в рельефе в виде широтного линейного водораздела областей водосбора правых притоков р. Камчатка и рек Правая, Левая и Средняя Авача. Как средне-позднечетвертичная структура Бакенинг-Карымская зона обладает следующими признаками. Во-первых, она является структурой транзитной, не зависящей в своем распространении от границ главных элементов структуры востока Центральной Камчатки — поднятия Восточных хребтов и Восточно-Камчатского вулканического пояса. Во-вторых, с ней совпадает широкая полоса развития одноактных базальтовых шлаковых и лавовых конусов позднелайоточенового и голоценового возраста. В-третьих, складчатые структуры Ганальского и Валагиноского хребтов при пересечении зоны испытывают в плане определенную трансформацию в виде однонаправленного правостороннего изгиба. В-четвертых, в пределах зоны нет ни одного молодого разрыва, по выраженности в рельефе и структуре подобного молодым разрывам, наблюдавшимся, например, в зоне разломов передового фаса. Совместный анализ перечисленных свойств широтной зоны приводит к выводу о том, что она является отражением на поверхности активно развивающейся на глубине линейной структуры раздвиго-сдвигового типа. К подобному же заключению пришел ранее З.Н. Эрлих в отношении Валагиноско-Узонской субширотной зоны.

Данные по трем районам показывают, что на востоке Центральной Камчатки развит парагенез северо-восточных правых, северо-западных левых сдвигов и субмеридиональных складчатых структур, однозначно свидетельствующий о ее относительном скатии в субширотном направлении. Наиболее уверенно выделяющиеся в пределах поднятия Восточных хребтов, такие структуры прослеживаются и в Среднем хребте, и в Центральной Камчатской депрессии. Например, в депрессии к субмеридиональным складчатым структурам относятся поднятие горы Шаромский Мыс с его конседиментационным продолжением, система линейных структур Центрального поднятия (Стратиграфия четвертичных..., 1968) и, возможно, поднятие под Кивчевской группой вулканов, разделяющее Козыревскую и Хапчинскую впадины. Структурный план, образуемый парагенезом структур субширотного горизонтального скатия, характе-

рен, таким образом, для всей Центральной Камчатки. Его важнейший элемент — единая, протягивающаяся вдоль всей Центральной Камчатки правосдвиговая зона разломов передового фаса. Средняя за средне-позднечетвертичное время скорость горизонтальных движений по ней может быть оценена величиной порядка 1 см в год, что примерно в 4–5 раз выше средней скорости одновозрастных обросовых перемещений, определенной другими исследователями независимыми методами (История развития..., 1974). С правым сдвигом вдоль этой зоны связаны кулиность во взаиморасположении составляющих единое поднятие хребтов Ганальский, Валагиноский, Тумрок и Кумроч, формирование на южном окончании зоны (в области реализации горизонтальных движений) Начикинской зоны поперечных дислокаций, особенности внутренней структуры отдельных хребтов и Центральной Камчатской депрессии.

Развиваясь как во впадинах типа Центральной Камчатской депрессии, так и в разделяющих их поднятиях, элементы выделенного структурного плана характеризуются определенной независимостью от границ линейных поднятий и впадин "камчатского" простирания. Как следует из полевых наблюдений, особенно — в районе хр. Кумроч, интенсивные обросовые движения, с которыми связано образование в рельефе уступа восточной границы Центральной Камчатской депрессии, динамически и кинематически не связаны со сдвигом по зоне разломов передового фаса. По существу, впадина Центральной Камчатской депрессии и подобные ей структуры должны рассматриваться как результат процесса «обрушения», проседания блоков земной коры Центральной Камчатки. В связи с этим представляется необходимым выделение отдельной структурной системы асимметричных линейных грабен-синклинальных прогибов и горст-антиклинальных поднятий, дискордантной системе, образуемой парагенезом структур субширотного горизонтального скатия. К первой системе правомерно, на наш взгляд, относить и субширотные разломные зоны. Дискордантность двух систем (структурных планов), следующая, прежде всего, из динамической и кинематической независимости составляющих их структурных элементов, в общем смысле означает и то, что структурные планы, развивавшиеся в средне-позднечетвертичное время одновременно, не могут быть следствием какого-либо одного (единого) механизма деформирования земной коры Центральной Камчатки.

Положение 2. "Структурные планы различаются глубиной заложения составляющих их структурных адементов. Одновременное (в рамках средне-позднечетвертичного этапа) развитие двух разноглубинных структурных планов может рассматриваться как проявление тектонической расслоенности литосферы Центральной Камчатки".

Ряд данных позволяет предположить, что система разнонаправленных сдвигов и складчатые структуры отражают деформации лишь верхнекоровых слоев литосферы. Во-первых, как было отмечено А.Е.Святловским (1967), проявленные в рельефе разрывы Камчатки, включая и те, по которым происходили значительные сбросовые перемещения (отдельные разрывы зоны разломов передового фаса), являются структурами амагматичными. Отсутствие пространственной корреляции с ними центров вулканических извержений средне-позднечетвертичного возраста означает, что они не достигают уровня очагов основной и средне-основной магмы, расположенных на глубинах 30-100 км (Федотов, Потапова, 1974). Во-вторых, для отдельных структур оказывается возможным видеть связь с приповерхностной сейсмичностью. Например, по данным С.А.Федотова и др. (1966), восточнее хр.Тумрок эпицентры неглубоких (до 10-15 км) микроземлетрясений сосредоточены в полосе восток-северо-восточного направления, совпадающей с восток-северо-восточным правосдвиговым разломом среднего течения р.Сторок. Глубину проникновения разлома можно считать, в таком случае, равной глубине гипоцентров. В 20-25 км оценим глубину заложения зоны разломов передового фаса в районе Ключевской группы вулканов В.А.Ермаков. В-третьих, являясь, по сути, системой хрупких дислокаций, разрывы и связанные с ними структуры могут быть отнесены лишь к слое земной коры мощностью около 25 км, в котором сосредоточена коровая сейсмичность Камчатки (Федотов и др., 1974). Ниже 25 км Камчатка асейсмична (за пределами сейсмофокальной зоны).

С учетом характера соотношения структурных планов можно предположить, что система линейных поднятия и впадин (дискордантных верхнекоровому структурному плану) имеет более глубокое заложение - в том смысле, что является следствием, отражением на поверхности более глубоких, чем верхнекоровые, тектонических процессов.

Вариации скоростей прохождения сейсмических волн показывают, что в верхней мантии под Камчаткой существует низкоскоростной ( $V_p=7,6-7,8$  км/сек) блок. Этот аномальный, видимо, относительно низкоплотный блок при оконтуривании его изолиний  $V_p=7,8$  км/сек выглядит как бескорневая линза, наклоненная под углом примерно  $20^\circ$  на запад (Болдырев, 1987). Выше линзы выделяются переходный от коры к мантии слой и, предположительно, слой с инверсией (отрицательным градиентом) скоростей (Глубинное сейсмическое..., 1978; Балеста, 1981). На уровне аномальной линзы и переходного от коры к мантии слоя располагаются очаги основной и средне-основной магмы (Федотов, Потапова, 1974), а сами вулканы обнаруживают отчетливую геометрическую связь с единой зоной резкого снижения сейсмической активности сейсмофокального слоя на глубине  $140 \pm 20$  км (Токарев, 1974). Изложенное позволяет предположить, что верхнемантийная линза относительно низкоплотного вещества, возможно, появляется при задержке в подкоровых горизонтах поднимающегося от сейсмофокальной зоны материала и что на поверхность в виде продуктов вулканических извержений попадает лишь некоторая его часть. При увеличении объема линзы можно ожидать перемещения ее вещества в стороны от зоны его подтока - вероятнее всего, в противоположном от сейсмофокальной зоны направлении, то есть, к западу.

На основе представлений о латеральном перемещении вещества верхней мантии и глубоких горизонтов земной коры, на наш взгляд, можно дать объяснение образованию структур типа Центральной Камчатской депрессии с характерной для них морфологией. Они являются в коре как реакция на изостатическое погружение блоков коры и постоянное усилие, создаваемое на их нижней поверхности перемещающимися в западном направлении подкоровыми и, возможно, нижнекоровыми массами. Такая модель означает и предполагает относительную разнонаправленность перемещений верхнекоровой и более глубоких литопластин и, отсюда, наличие поверхности или зоны горизонтального срыва между ними, то есть, тектоническую расслоенность литосферы Центральной Камчатки. Как горизонт, обеспечивающий возможность срыва и, видимо, в какой-то мере обязанный своим появлением относительно разнонаправленному перемещению разноглубинных литопластин, может рассматриваться инверсионный слой. Широтные линейные зоны в этой мо-

дели являются сдвиговыми, отражающими на поверхности величину и направление перемещения глубинных (нижнекоровых-верхнемантийных) масс.

Таким образом, в работе сделан вывод о том, что формирование структуры Центральной Камчатки в средне-позднечетвертичное время определялось сочетанием двух механизмов (тектонических процессов). С одной стороны, в условиях субширотного горизонтального, по-видимому, внешнего по отношению к региону скатия сформировался парагенез сдвиговых и складчатых структур, среди которых главной является правосдвиговая зона разломов передового фаса. С другой стороны, в виде системы линейных впадин — по существу, зон обрушения, и разделяющих их поднятий, а также субширотных раздвиго-сдвиговых зон и вулканических поясов в структуре Центральной Камчатки проявились процессы латерального перемещения, течения вещества глубоких горизонтов земной коры и верхней мантии и вулканизма, в основе своей связанные с сейсмофокальной зоной. Сочетание, взаимодействие разноглубинных процессов и порождаемых ими структур осуществлялось в условиях тектонической расслоенности литосферы Центральной Камчатки.

Положение 3. "По своим параметрам зона разломов передового фаса Центральной Камчатки идентична крупнейшим верхнекоровым сдвигам обрамления Тихого океана и образует с ними единую систему структур".

Как сегмент цепи островных дуг западной окраины Тихого океана и, соответственно, Тихоокеанского тектонического пояса, Камчатка, очевидно, должна нести в себе некоторые общие для всего пояса черты. В работе рассматриваются вопросы масштабов таких явлений, как тектоническая расслоенность литосферы Центральной Камчатки и преимущественно горизонтальные движения в ее верхнекоровом слое вдоль границы с океаном. Для решения этих вопросов приведены и проанализированы данные о крупных активных в позднечетвертичное время разломах, протягивавшихся параллельно окраинам Тихого океана в большинстве районов его обрамления. Среди них — Срединная тектоническая линия Японии, Продольный разлом Тайваня, Филиппинский разлом, Альпийский разлом Новой Зеландии, Атакамский разлом Перуанско-Чилийского побережья Южной Америки, разлом Сан-Андреас на западе Северной Америки,

система разломов Южной и Юго-восточной Аляски и, предположительно, разлом в тылу Командорского сегмента Алеутской островной дуги. Образуя единый класс структур, они обладают общими признаками и свойствами.

1. Главная компонента перемещений по ним — сдвиговая, с правым знаком для большинства разломов и лишь по Филиппинскому и Продольному разлому Тайваня — с левым.

2. Продольные сдвиги, как правило, развиваются в районах обрамления Тихого океана с корой переходного или континентального по мощности и составу типа. "Континентальный" характер сдвигов подчеркивается и тем, что они и связанные с ними структуры образуют системы, аналогичные известным во внутриконтинентальных подвижных поясах, отличаясь, тем самым, от рифтово-трансформных систем океанов.

3. Сдвиги и связанные с ними структуры нарушают лишь верхнекоровые слои литосферы активных окраин Тихого океана — в среднем, до глубины 15-20 км, причем в отдельных случаях (при достаточном количестве данных) в более глубоких слоях литосферы восстанавливаются иные, по сравнению с верхнекоровыми, геодинамические условия и обстановки.

Анализ приведенных данных свидетельствует о том, что сдвиговые перемещения вдоль Центральной Камчатки отражают общую закономерность позднечетвертичного и, возможно, новейшего этапа развития активных окраин Тихого океана — значительную, часто преобладающую роль горизонтальных тектонических движений вдоль границы континент-океан. Осуществляясь лишь в верхнекоровом слое, эти движения вызывают структурно-кинематическое обособление верхнекоровых литоластин, что может рассматриваться как признак тектонической расслоенности литосферы активных окраин Тихого океана и, возможно, всего Тихоокеанского тектонического пояса.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Особенности современной структуры Центральной Камчатки определяются взаимодействием двух систем нарушений (структурных планов), появление и одновременное развитие которых в средне-позднечетвертичное время не может быть следствием какого-либо

одного механизма деформирования земной коры Центральной Камчатки (тектонического процесса).

2. Правосторонние горизонтальные перемещения по зоне разломов передового фаса, диагональная система правых и левых сдвигов и субмеридиональные складчатые структуры (первый структурный план - "сдвиговой"), деформирующие верхнекоровые слои литосферы Центральной Камчатки, обусловлены горизонтальными, видимо, внешним по отношению к региону субширотным сжатием. Линейные поднятия и впадины и субширотные развиго-сдвиговые зоны (второй структурный план - "обрушения") связаны с латеральным перемещением нижнекоровых и верхнемантийных масс.

3. Взаимодействие двух механизмов деформирования земной коры Центральной Камчатки осуществляется в условиях тектонической расслоенности ее литосферы. Как признак тектонической расслоенности может рассматриваться одновременное развитие двух совмещенных в пространстве структурных планов.

4. Горизонтальные движения по зоне разломов передового фаса Центральной Камчатки отражают общую закономерность позднечетвертичного и, возможно, всего новейшего этапа тектонического развития Тихоокеанского тектонического пояса - преобладание горизонтальной составляющей движений в верхнекоровых слоях его литосферы.

5. Структурно-кинематическая обособленность нарушенных сдвигами верхнекоровых слоев литосферы обрамления Тихого океана может быть признаком ее тектонической расслоенности.

Использованный в работе подход к интерпретации современной структуры Центральной Камчатки как интегральной картины взаимодействия двух разнородных по динамическим и кинематическим характеристикам структурных планов наиболее близок по смыслу к идее В.А.Ермакова о параллельном развитии двух режимов - рифтогенного и орогенного, если рассматривать в качестве их главных следствий появление комплексов структур, соответственно, растяжения и сжатия. Фактическое обоснование получило высказанное ранее З.Н.Эрлихом предположение о горизонтальных перемещениях по зоне разломов передового фаса. Это же касается его выводов о сдвиговой кинематике и глубине заложения субширотных зон. Определяющее систему взглядов А.Е.Шанцера положение о превалирующей роли нисходящих тектонических движений в позднекайнозой-

ском развитии Камчатки в работе получило отражение в выделении структурного плана линейных поднятий и впадин и интерпретации грабен-синклинальных прогибов как структур проседания, обрушения блоков земной коры. Таким образом, предлагаемая в работе модель эволюции Центральной Камчатки в средне-позднечетвертичное время объединяет в себе элементы представлений других исследователей и является их развитием.

#### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Молодые сдвиги обрамления Тихого океана - Геотектоника, 1982, № 2 (совместно с В.Г.Трифоновым).
2. Четвертичная тектоника хр.Кумроч и полуострова Камчатский (Восточная Камчатка) - Геотектоника, 1985, № 2.
3. Карта активных разломов СССР и сопредельных территорий. Масштаб 1:8 000 000 - Иркутск: ГУГК, 1987 (совместно с К.Г.Левин, Н.В.Лукиной, В.И.Макаровым, В.Г.Трифоновым, С.И.Шерманом, С.С.Шульцем-мл.).
4. Объяснительная записка к Карте активных разломов СССР и сопредельных территорий. - ГИН АН СССР, 1987 (на русск. и англ. яз.) (совместно с К.Г.Левин, Н.В.Лукиной, В.И.Макаровым, В.Г.Трифоновым, С.И.Шерманом, С.С.Шульцем-мл.).
5. Четвертичная тектоника Центральной Камчатки и некоторые общие черты неотектоники Тихоокеанского тектонического пояса. - В об.: Актуальные проблемы современной геодинамики и глубинного строения территории СССР. Тезисы докладов XX Всесоюз. совещания. М.: ГИН АН СССР, 1987.
6. Приокеанические подвижные пояса (Курило-Камчатская островодульная система: неотектоническое районирование, позднечетвертичная структура Центральной Камчатки; Некоторые общие черты новейших структур Тихоокеанского подвижного пояса). - В кн.: Неотектоника и современная геодинамика подвижных поясов. Труды ГИН АН СССР, вып. 427. М.: Наука, 1988.

РОТАПРИНТ ГИНА

В печать 18.03.88г. Т-02929

Заказ № 104 Тираж 100 экз.