

1.2. РЕЛЬЕФ ДНА ПРИКАМЧАТСКИХ АКВАТОРИЙ

С новейшим этапом тектонического развития территории обычно связывают формирование её современного рельефа. На территории Камчатки тектонические движения, обусловившие основные черты современного рельефа, проявились в плиоцен-четвертичное время (*Святловский, 1967; Эрлих, 1973; Мелекесцев и др., 1974*). Характерной особенностью плиоцен-четвертичного этапа тектонического развития Камчатки являются контрастные вертикальные движения (*Очерки..., 1987*), образовавшие современные положительные морфоструктуры полуострова и сопряженные с ними грабен-синклинальные прогибы, контролирующие проявления плиоцен-четвертичного вулканизма. К этому же периоду времени относится и крупнейшая в позднем кайнозое перестройка вулканических зон Камчатки: заложение Восточного вулканического пояса и Ключевской группы вулканов.

На рис.1.2 представлена обзорная батиметрическая карта прикамчатских акваторий, а на рис.1.3-1.6 - более подробные схемы рельефа дна на их отдельные участки. Фактическую основу при подготовке этих карт и схем составили материалы эхолотного промера по сети геофизических галсов, отработанных в экспедициях Института вулканологии на НИС «Вулканолог» (рис.1.1). При батиметрических построениях были учтены также опубликованные сведения о рельефе дна, полученные в других экспедициях (в рейсах НИС «Пегас», «Каллисто», «Дмитрий Менделеев», «Вима», «Роберт Д.Конрад»). При этом обращалось внимание на точность привязки промерных профилей. По этой причине не были использованы данные, полученные на ранних этапах исследований, и некоторых последующих экспедиций.

Прикамчатские акватории характеризуются уникальным разнообразием первостепенных структурно-геоморфологических элементов зоны перехода от континента к океану. Тихоокеанский шельф и континентальный склон Восточной Камчатки от мыса Лопатка до п-ова Камчатский вместе с прилегающим участком Курило-Камчатского глубоководного желоба относятся к активной континентальной окраине. Северное продолжение шельфа и склона на акватории Берингова моря, соответствует, по сути, пассивной окраине континента.

В пределах региона находится западный сектор Алеутской островной дуги, представленный Командорским блоком Алеутского хребта и прилегающим участком Алеутского глубоководного желоба. Алеутская островная дуга сочленяется с континентальной окраиной Восточной Камчатки примерно под углом 70° , при этом зона сочленения этих мегаструктур охватывает обширные участки дна на акваториях Камчатского пролива, Камчатского и Озерновского заливов, а также прилегающие участки суши. В тылу западного сектора Алеутской островной дуги расположена Командорская котловина - наиболее молодая из трех глубоководных котловин Берингова моря. С востока Командорская котловина ограничена горным сооружением субмеридионального простирания - подводным хребтом Ширшова, южное окончание которого меняет свое простирание на юго-восточное и продолжается на восток подводным хребтом Бауэрс. Курило-Камчатский и Алеутский желоба являются северо-западной и северной границами крупнейшей мегаструктуры - Тихоокеанской плиты. В пределах рассматриваемого региона находится ее сравнительно древний участок, в основном - верхнемезозойский, осложненный крупным поднятием - возвышенностью Обручева.

Важнейшие черты рельефа дна акваторий Камчатско-Командорского региона были изучены и описаны в публикациях раннего этапа исследований (*Удинцев, 1954; 1955; 1972; Удинцев и др., 1959; Затонский и др., 1961; Ильин, 1957; 1961; Канаев, 1959*) и более поздних работах (*Гнибиденко и др., 1980; Ломтев и др., 1980; Селиверстов и др., 1980а; Васильев, Удинцев, 1982; Селиверстов, 1983; 1987*). Здесь будут рассмотрены особенности подводного рельефа, важные для понимания новейшей тектоники региона, на основе анализа наиболее полного и представительного фактического материала, позволившего детализировать и несколько уточнить существовавшие представления.

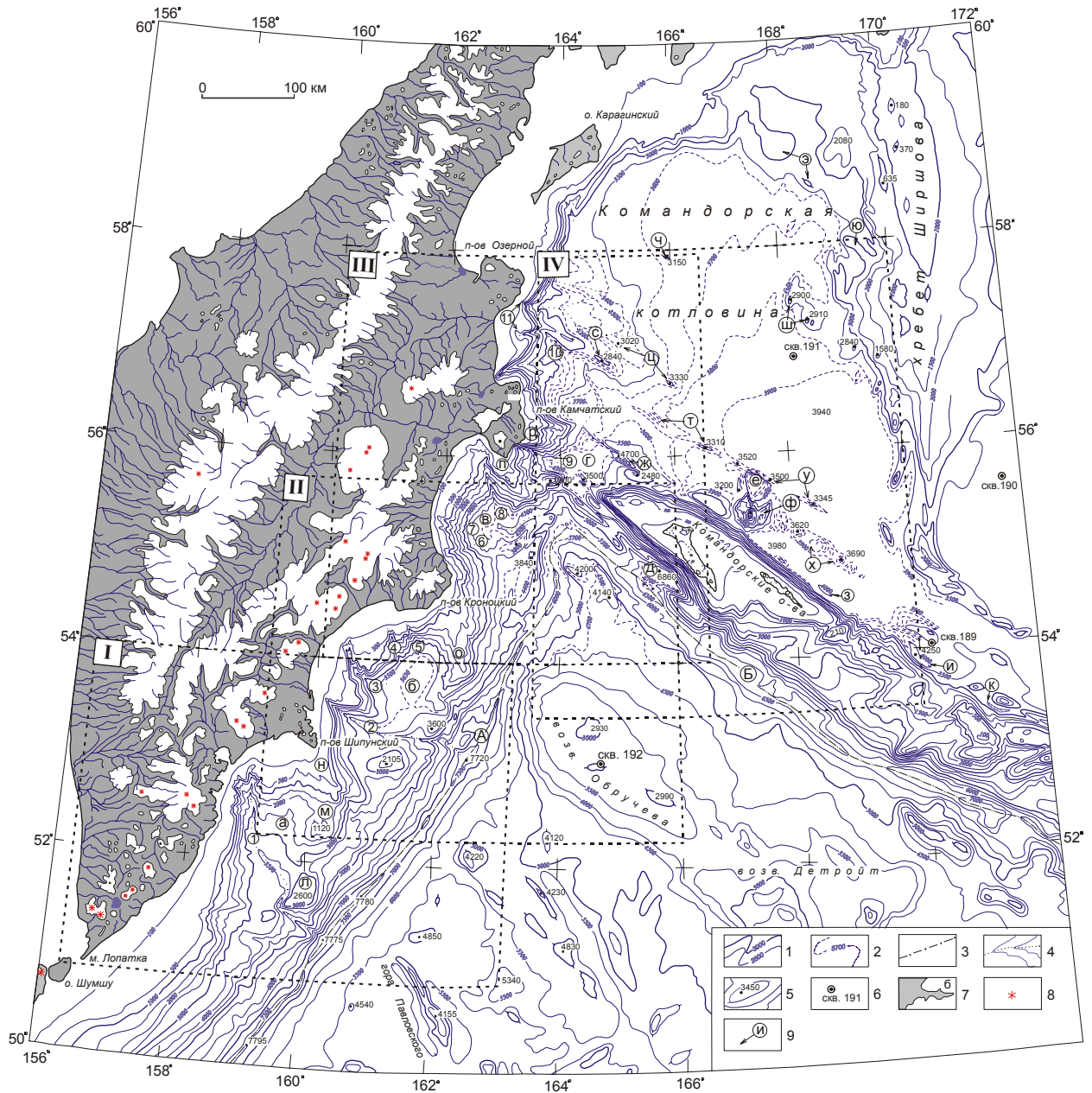


Рис. 1.2. Батиметрическая карта прикамчатских акваторий.

1,2 - изобаты (м): 1 - основные (100, 500, далее через 500 м), 2 - дополнительные; 3 - морфологические оси глубоководных желобов; 4 - тальвеги крупнейших каньонов и продолжающих их долин; 5 - экстремальные отметки глубин (м); 6 - скважины глубоководного бурения (*Initial Reports...*, 1973); 7-9 - элементы рельефа суши: 7 - гипсометрические уровни ниже (а) и выше (б) отметки 500 м относительно уровня моря, 8 - действующие вулканы; 9 - обозначения крупнейших подводных морфоструктур: **А, Б** - глубоководные желоба (**А** - Курило-Камчатский, **Б** - Алеутский); **а - к** - современные прогибы: **а** - котловина Авачинского залива, **б** - котловина Кроноцкого залива, **в** - котловина Камчатского залива, **г** - прогиб Камчатского пролива, **д** - котловина Стеллера, **е** - грабен Командор, **ж - к** - отрицательные формы рельефа (дуплексы растяжения), связанные с разломом Беринга, в т. ч. **и, к** - трог Креста; **л - ю** - современные поднятия: **л, м** - южный и северный блоки подводного хребта Шатского, **н** - подводное продолжение структуры Шипунского п-ва, **о** - подводное продолжение структуры Кроноцкого п-ва (Кроноцкий подводный хребет), **п** - подводный хребет Камчатского Мыса, **р** - подводный хребет мыса Африка, **с - у** - положительные формы рельефа, связанные с линеamentом Альфа, **ф** - массив Вулканологов, **х** - поднятие Южно-Командорское, **ц** - подводный хребет Бета, **ч - ю** - положительные формы рельефа, связанные с линеamentами Гамма (**ч, ш**) и Дельта (**э, ю**).

Цифрами обозначены крупнейшие каньоны: 1 - Авачинский, 2 - Жупановский, 3 - Кроноцкий, 4 - Ольги, 5 - Кубовой, 6 - Чажма, 7 - Сторож, 8 - Камчатский, 9 - Пикжекий, 10 - Столбовой, 11 - каньоны Озерновского залива.

1.2.1. Активная континентальная окраина Восточной Камчатки

Активная континентальная окраина Восточной Камчатки представлена шельфовой террасой, континентальным склоном и камчатской ветвью Курило-Камчатского глубоководного желоба (рис. 1.2-1.5). Ее протяженность в СВ направлении составляет около 700 км.

Шельфовая терраса характеризуется незначительным уклоном дна (0.2-0.5°). Ее ширина достигает максимальных значений на юге Камчатки (65-70 км), в Кроноцком (до 50 км) и Авачинском (до 45 км) заливах. Наименьшая ширина шельфовой террасы (менее 10 км) отмечается у Кроноцкого п-ова, п-ва Камчатский и к югу от Авачинской бухты. Переход от шельфа к континентальному склону фиксируется внешней бровкой шельфа, глубина которой по простиранию шельфа различна. Максимальные глубины внешней бровки отмечаются в Кроноцком заливе (до 900 м) и на юге Камчатки (до 700 м). На глубинах 130-140 м такие переуглубленные шельфовые террасы осложнены еще одним перегибом - внутренней бровкой, разделяющей внутренние (мелководные) и внешние (глубоководные) участки шельфа. Внутренняя бровка шельфа фиксирует положение реликтовой береговой линии, сформированной в период последнего позднеплейстоценового понижения уровня океана. Поверхность шельфовой террасы резко обрывается тектоническими уступами, крутыми эрозионными склонами - бортами крупных каньонов, или более плавно переходит в аккумулятивный склон.

Континентальный склон активной окраины Восточной Камчатки характеризуется сложным строением и большим разнообразием морфоструктур. Его отличительной особенностью является наличие крупных седиментационных впадин (котловины Авачинского, Кроноцкого и Камчатского заливов), хребтов-барьеров, подводных продолжений полуостровов и поперечных (субширотного и СЗ простираний) структур.

Внутренние склоны седиментационных впадин характеризуются расчлененным рельефом, обусловленным широким развитием процессов подводной эрозии. Наиболее крупные эрозионные врезы и каньоны контролируются тектоническими нарушениями и, по сути, являются морфоструктурами эрозионно-тектонического происхождения. Крупнейшими каньонами заливов Восточной Камчатки являются каньоны Авачинский, Жупановский, Кроноцкий, Ольги, Кубовой, Чажма, Сторож, Камчатский. Разветвленные верховья каньонов глубоко расчленяют внешний шельф и, как правило, не прослеживаются на внутренних участках шельфа. Лишь Камчатский каньон и некоторые притоки Авачинского каньона достигают своими верховьями внутренних участков шельфа и, возможно, зоны современной шельфовой седиментации. Основная часть каньонов Восточной Камчатки в ходе голоценовой трансгрессии была отрезана от источников питания обломочным материалом, и в настоящее время эти каньоны и связанная с ними система эрозионных долин находятся в «пассивной» стадии.

Поверхности седиментационных впадин (котловины Авачинского, Кроноцкого и Камчатского заливов) представляют собой протяженные аккумулятивные равнины, сформированные придонными гравитационными потоками обломочного материала и гравитационно-оползевыми процессами. Периферийные участки этих равнин, прилегающие к основанию склонов, имеют, как правило, сложный мезорельеф, обусловленный системой подводных долин, продолжающих каньоны и крупные эрозионные врезы (долины конусов выноса), их намывными валами и гравитационно-оползевыми структурами различных размеров. С удалением от склонов мезорельеф седиментационных впадин постепенно выглаживается и обширные участки аккумулятивных равнин часто характеризуются совершенно плоской поверхностью (аккумулятивной поверхностью выравнивания). Тем не менее, в каждой седиментационной впадине существует по крайней мере одна крупная подводная долина, пересекающая аккумулятивную равнину, прорезающая хребет-барьер и расчленяющая материковый борт глубоководного желоба. Эти долины непосредственно продолжают наиболее крупные каньоны Восточной Камчатки (Авачинский, Жупановский и Камчатский). Их положение контролируется поперечными к желобу зонами тектонических нарушений.

Для седиментационных впадин Восточной Камчатки характерно закономерное увеличение максимальных глубин залегания аккумулятивных равнин в северном направлении. В котловине Авачинского залива аккумулятивные поверхности выравнивания достигают глубин 3400-3500 м, в котловине Кроноцкого залива эта величина составляет 3700-3750 м, а в котловине Камчатского залива - 4300-4350 м.

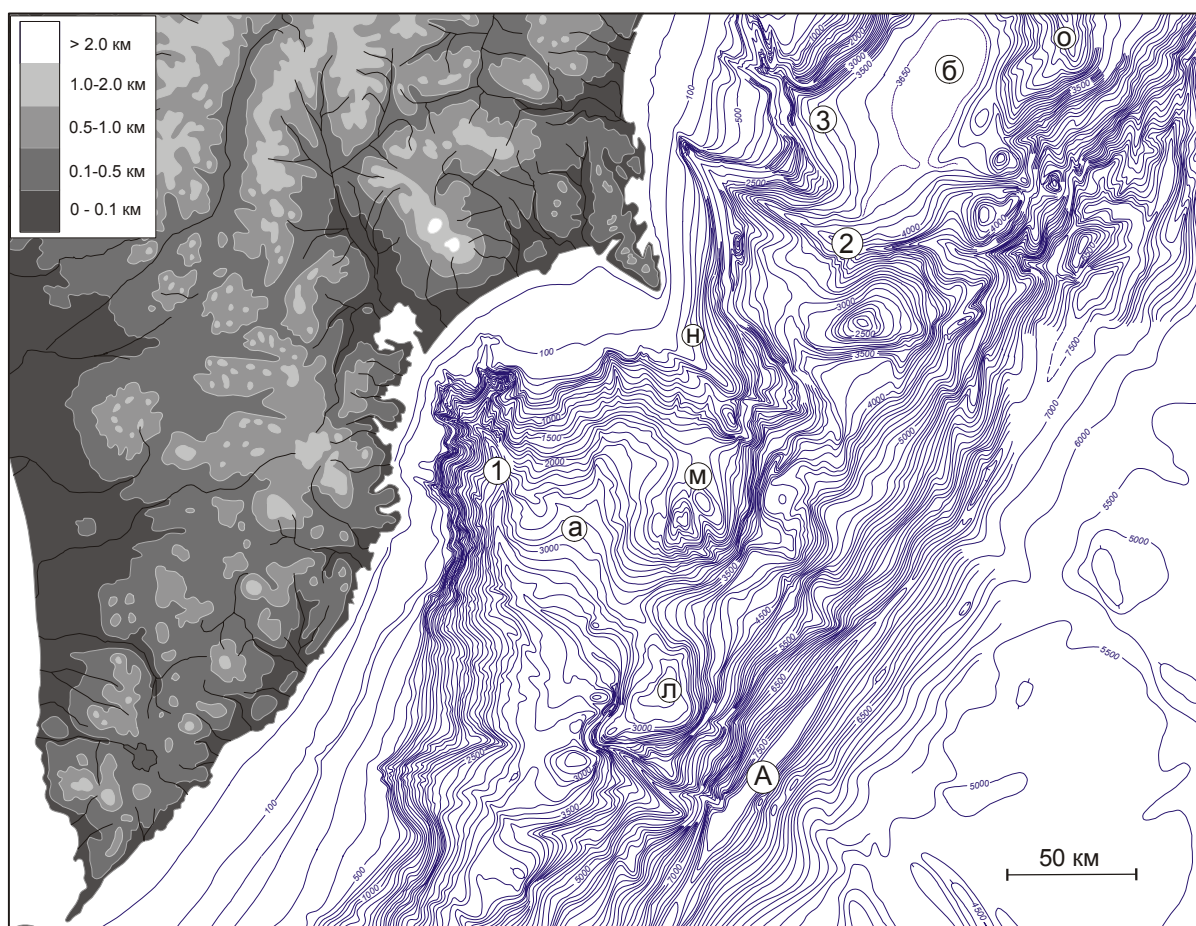


Рис. 1.3. Рельеф дна Авачинского залива, его обрамления и прилегающего участка Курило-Камчатского глубоководного желоба. Обозначения морфоструктур и расположение района (1) приведены на рис. 1.2.

Столь заметные различия в степени компенсации впадин обломочным материалом обусловлены, по-видимому, существенными различиями их тектонического развития на новейшем этапе.

Со стороны океана седиментационные впадины континентального склона Восточной Камчатки отгорожены крупными положительными морфоструктурами - хребтами-барьерами. В строении этих морфоструктур, их соотношении с седиментационными впадинами и структурой глубоководного желоба можно отметить как общие черты, так и некоторые отличия.

Хребты-барьеры начинаются и заканчиваются у подводных продолжений полуостровов Восточной Камчатки или крупных поперечных горст-антиклинальных морфоструктур континентального склона. Каждый хребет-барьер состоит из отдельных изометричных в плане или слегка вытянутых поднятий (блоков), последовательность которых полукольцом отгораживает седиментационные впадины от глубоководных акваторий Тихого океана. Каждое полукольцо по крайней мере в одном месте разорвано глубоким тектоническим трогом, препарированным подводной эрозией.

Камчатская ветвь Курило-Камчатского глубоководного желоба прослеживается в северном направлении до широты $55^{\circ}27'$, где резко обрывается структурами западного окончания Алеутской дуги. Глубина в осевой части этой ветви желоба меняется по простиранию. Максимальные глубины (более 7700 м) отмечаются напротив мыса Лопатка, а также у южных окончаний хребтов Шатского и Кроноцкого. Минимальная глубина желоба (около 5850 м) наблюдается на участке, заключенном между возв. Обручева и подводным продолжением структуры Кроноцкого п-ова.

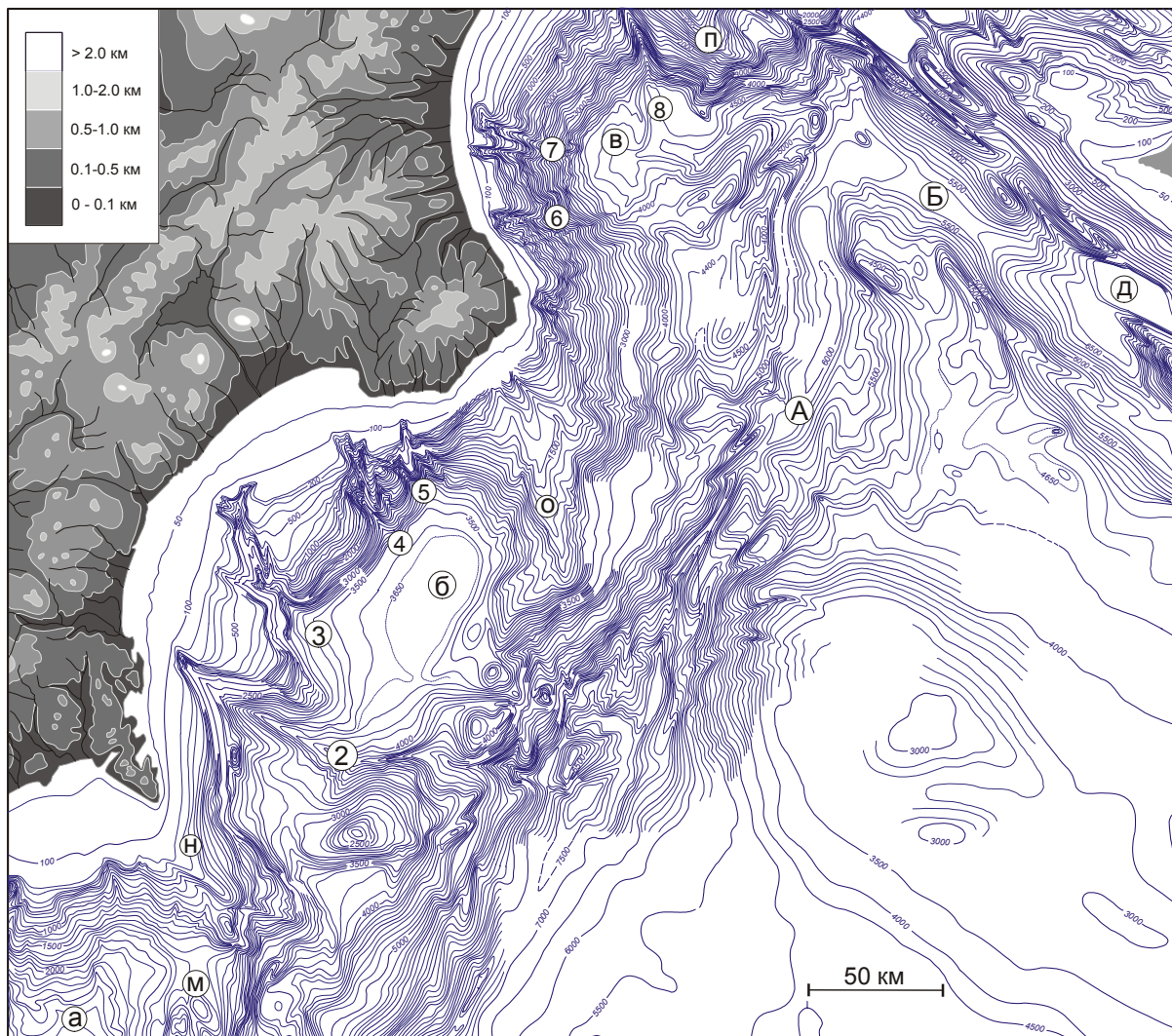


Рис. 1.4. Рельеф дна Кроноцкого залива, его обрамления и области сочленения Курило-Камчатского желоба с возвышенностью Обручева. Расположение района (П) и обозначения морфоструктур см. на рис. 1.2.

Поперечный V-образный профиль, характерный для глубоководных желобов, в камчатской ветви желоба часто нарушается появлением плоских участков дна в осевой части, которые соответствуют аккумулятивным равнинам, образованным отложениями дистальных турбидитов. Такие равнины выполняют северное окончание желоба (севернее $54^{\circ}30'$), а также наблюдаются на участках желоба с максимальными отметками глубин у южных окончаний хребтов Шатского и Кроноцкого.

Ступени как внешнего, так и внутреннего склонов камчатской ветви глубоководного желоба не прослеживаются на большие расстояния. Их размеры, форма, глубина и количество меняются по простиранию склона уже на расстояниях первые десятки километров. Даже наиболее крупные из ступеней редко удаётся проследить на 50-70 км. При этом ориентация ступеней далеко не всегда соответствует простиранию желоба. Материковый борт (внутренний склон) глубоководного желоба в поперечном сечении характеризуется ступенчатым профилем, т.е. сравнительно пологие участки склона (террасы) чередуются с более крутыми участками (уступами). Часто пологие участки имеют «обратный» уклон. Практически на любом пересечении материкового борта можно выделить от 3 до 6 глубоководных террас. Среди исследователей бытует мнение о корреляции этих морфологических элементов на значительные расстояния вдоль желоба. Так, на тектонической схеме (Гнибиденко и др., 1980) уступы склона проинтерпретированы как субпараллельные желобу сбросы протяженностью сотни километров. По-видимому, такая интерпретация является следствием редкой сети наблюдений. Анализ материалов более детальных съёмок не даёт оснований для подобных корреляций.

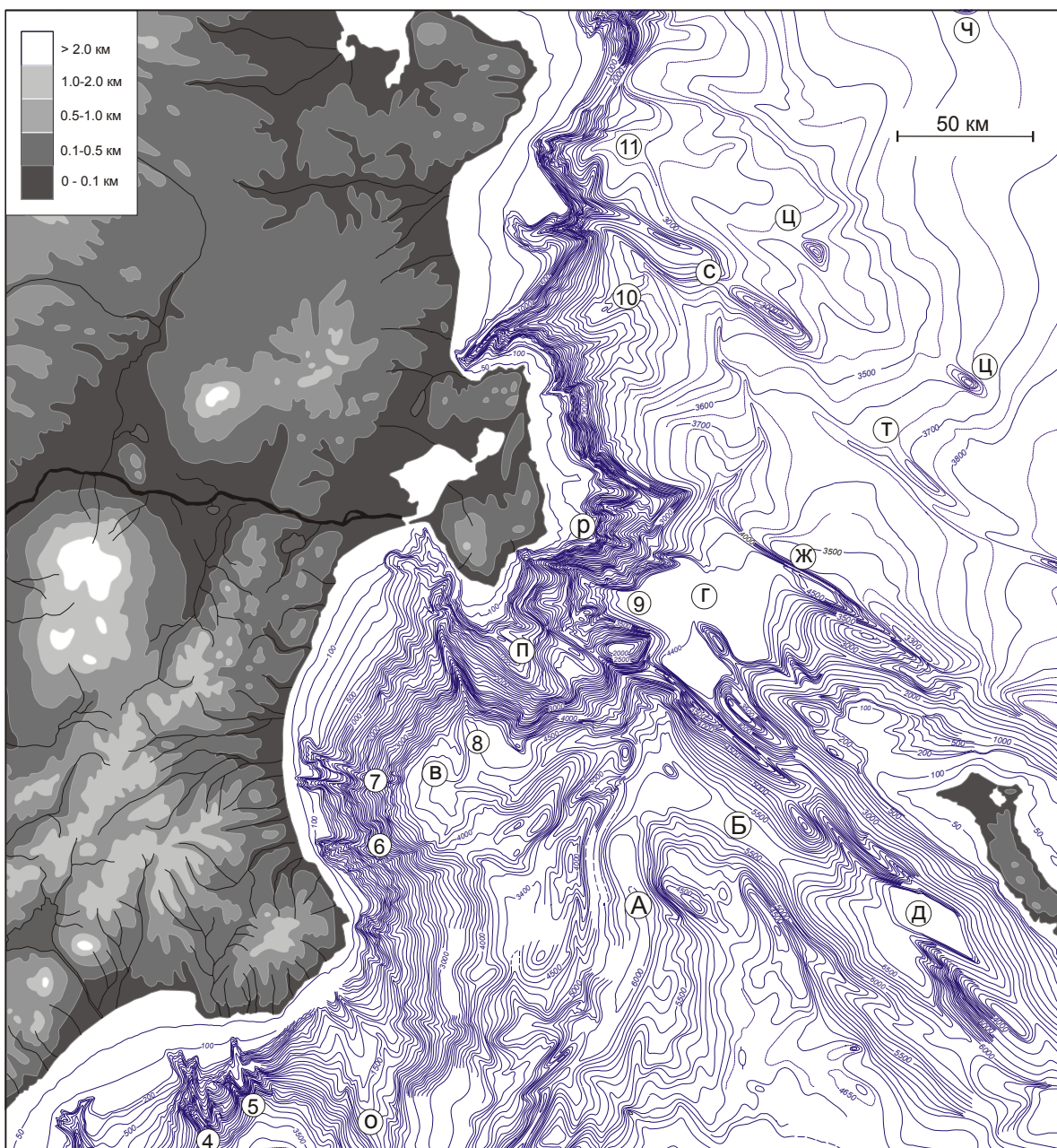


Рис. 1.5. Рельеф дна в зоне сочленения структур западного окончания Алеутской островной дуги с континентальным склоном Восточной Камчатки. Расположение района (III) и обозначения морфоструктур см. на рис. 1.2.

Средний уклон материкового борта Курило-Камчатского желоба меняется по простиранию от $4-5^{\circ}$ до $8-9^{\circ}$. При этом максимальная крутизна материкового борта отмечается в местах его сочленения с хребтами-барьерами и поперечными к желобу структурами. На таких участках рельеф склона характеризуется наличием крутых (десятки градусов) уступов высотой до нескольких сот метров.

Весьма своеобразное строение имеет материковый борт северного окончания камчатской ветви глубоководного желоба, севернее возв. Обручева. Собственно материковый борт в обычном его понимании (как нижняя часть континентального склона) здесь отсутствует. Его место занимает сравнительно узкое субмеридиональное поднятие (с минимальной отметкой 3840 м), в тылу которого по данным НСП прослеживается глубокая депрессия. Северное и южное окончания этой депрессии отклоняются к востоку и соединяются с глубоководным желобом.

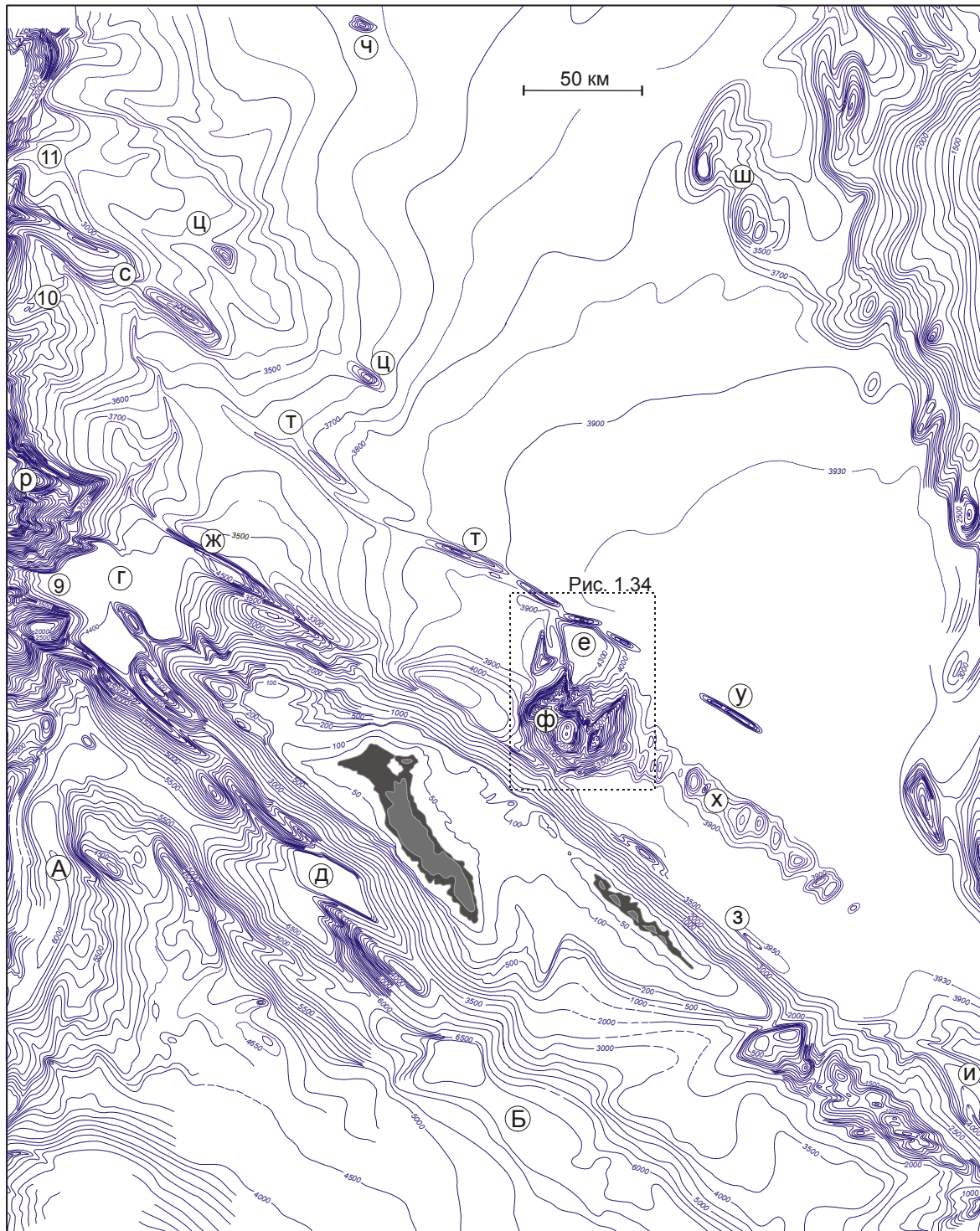


Рис. 1.6. Рельеф дна западного сектора Алеутской островной дуги и южной части Командорской котловины. Расположение района (IV) и обозначения морфоструктур см. на рис. 1.2.

Важно отметить, что расстояние от осевой зоны глубоководного желоба до вулканического пояса Восточной Камчатки составляет в среднем 200-210 км на всем протяжении камчатской ветви островной дуги, за исключением её северного окончания. Здесь расстояние от оси желоба до Ключевской группы вулканов и вулкана Шивелуч составляет около 250 км, т.е. на 40-50 км больше, чем для более южных участков. Этот факт свидетельствует о существенном отличии современных геодинамических условий в пределах северного окончания Курило-Камчатской островной дуги по сравнению с более южными её участками. Возможные причины этого явления будут рассмотрены в дальнейших разделах.

Океанический борт камчатской ветви глубоководного желоба положе материкового. Средний его наклон составляет $2.5-3^{\circ}$ и лишь в окрестностях возвышенности Обручева увели-

чивается до 4-5⁰. Океанический борт, аналогично материковому, имеет, как правило, ступенчатый поперечный профиль, но отличается меньшими размерами отдельных ступеней и их большим разнообразием. Наиболее здесь развиты «обратные» ступени, обращенные крутыми участками (уступами) вверх по склону и напоминающие последовательности надвиговых структур. Кроме «обратных» ступеней, на внешнем склоне Курило-Камчатского желоба отмечены и «нормальные» ступени, обращенные крутыми участками к желобу и напоминающие последовательность сбросовых уступов. «Нормальные» ступени широко развиты лишь на участке склона, прилегающем к возвышенности Обручева. Как «обратные», так и «нормальные» ступени на внешнем склоне желоба, аналогично внутреннему склону, крайне невыдержанны по простиранию, и даже наиболее крупные из них редко удается прокоррелировать на расстояния более 50-70 км.

Морфологические особенности внешнего склона глубоководного желоба являются объектом пристального внимания исследователей, изучающих конвергентные границы литосферных плит, и уже давно используются в качестве аргументов при выяснении геодинамических условий в зонах субдукции. К анализу этих особенностей применительно к Курило-Камчатской дуге мы вернемся в главе 3.

1.2.2. Западный сектор Алеутской островной дуги

Западный сектор Алеутской островной дуги включает Командорский блок Алеутского хребта и прилегающий участок Алеутского глубоководного желоба (рис.1.2, 1.6). Островной шельф Командорского блока представляет собой плоскую абразионно-аккумулятивную равнину, большая часть которой отличается сложным мезорельефом, имеющим, вероятно, субаэральное происхождение. Поверхность шельфовой террасы со стороны Тихого океана и Берингова моря срезается крутыми склонами линейных очертаний, явно тектонического происхождения. Средняя крутизна склонов на некоторых участках достигает 30⁰, при этом крутизна отдельных уступов, по-видимому, превышает 45⁰. Наибольшей крутизной отличаются тихоокеанский склон о. Беринга и берингоморский склон о. Медный.

Командорская ветвь Алеутского глубоководного желоба отличается своеобразным рельефом. Значительные по протяженности участки желоба представлены аккумулятивными равнинами и отличаются плоским рельефом дна. Субгоризонтальные поверхности равнин часто осложнены слабо наклоненными участками и небольшими уступами, ориентированными под углом к оси желоба. Максимальные глубины желоба отмечаются на юго-востоке рассматриваемого участка, южнее банки Стелмейт (более 7000 м). В СЗ направлении желоб становится более мелководным, и в районе его сочленения с Курило-Камчатским желобом глубины уменьшаются до 5700-5800 м. Островной и океанический борты командорской ветви Алеутского желоба осложнены многочисленными поперечными, продольными и диагональными уступами, ограничивающими грабенообразные прогибы и сопряженные с ними выступы. Крупнейшей из таких морфоструктур является ромбовидная котловина Стеллера, прилегающая к тихоокеанскому склону о. Беринга. Поверхность аккумулятивной равнины в этой котловине находится гипсометрически ниже (на первые сотни метров), чем на прилегающем участке глубоководного желоба, что указывает на принадлежность этой морфоструктуры к современному грабену.

У основания тихоокеанского склона Командорского блока западнее котловины Стеллера в рельефе дна отчетливо выделяется узкое, линейное поднятие с асимметричным поперечным профилем, которое прослеживается в СЗ направлении до склона п-ова Камчатский и ограничивает с севера Курило-Камчатский желоб. Юго-западный склон этого поднятия меняет свою крутизну от 5-6⁰ на юго-востоке до 15-17⁰ на северо-западе, а северо-восточный склон, обращенный в сторону Берингова моря, на всем протяжении представлен крутым прямолинейным уступом (разлом Стеллера). Это поднятие отгораживает зону сочленения желобов от котловины Камчатского пролива и препятствует перемещению осадков придонными гравитационными потоками из Берингова моря в Алеутский и Курило-Камчатский желоба. При этом различие гипсометрических уровней аккумулятивных равнин в котловине Камчатского пролива и зоне сочленения желобов превышает 1.5 км.

Берингоморский склон Командорского блока в СЗ направлении несколько выполаживается и его простирание становится близким к субширотному. Здесь на поперечном профиле склона в его верхней, средней и нижней части выделяются ступени, иногда сопряженные с

субширотными трогами. Наиболее крупная из таких ступеней, различимая на батиметрической карте, образует у основания склона небольшое поднятие, вытянутое в субширотном направлении с минимальной отметкой глубин 2480 м.

Между восточным склоном п-ова Камчатский и Командорским блоком Алеутского хребта заключена котловина Камчатского пролива. Как со стороны Тихого океана, так и со стороны Берингова моря котловина ограничена крутыми линейными уступами СЗ простирания, возвышающимися над дном котловины иногда более чем на 1000 м (разломы Стеллера и Беринга). Дно котловины представлено плоской аккумулятивной равниной с глубинами 4300-4400 м, что на 700-900 м ниже гипсометрического уровня современной аккумулятивной равнины на прилегающих участках Командорской котловины.

Котловина Камчатского пролива имеет сообщение с каньонами Восточной Камчатки. Кроме Пикежского каньона, непосредственно прилегающего к котловине, ее северный борт прорезает подводный канал, являющийся продолжением долин конуса выноса двух крупных каньонов Озерновского залива. В восточной части котловины выделяется современный прогиб, напоминающий своей ромбовидной формой котловину Стеллера, но меньших размеров. Максимальная глубина в этом прогибе достигает 4700 м, т.е. на 400-500 м превышает гипсометрический уровень прилегающей аккумулятивной равнины. Необходимо отметить, что подобные ромбовидные прогибы являются характерной чертой подводного рельефа в пределах западного сектора Алеутской островной дуги. Эти прогибы определенным образом соотносятся с магистральными структурами СЗ простирания (разломы Беринга, Стеллера и Алеутского желоба), что свидетельствует об их парагенетической связи. По морфологическим и структурным признакам эти прогибы являются типичными «дуплексами растяжения» зон сдвиговых дислокаций (*Woodcock, Fischer, 1986*), при этом форма прогибов и соотношение с магистральными структурами свидетельствуют об их принадлежности к правосторонней сдвиговой зоне, ориентированной вдоль западного сектора Алеутской островной дуги.

Котловина Камчатского пролива является районом сочленения структур Алеутского хребта с континентальным склоном Восточной Камчатки. Отроги Командорско-Алеутского хребта здесь погружаются в СЗ направлении под поверхность аккумулятивной равнины, однако в рельефе фундамента и структуре осадочного чехла непрерывно прослеживаются до подводного склона п-ва Камчатский, где сочленяются с континентальным склоном Восточной Камчатки в районе мыса Африка.

Рассмотренные выше особенности подводного рельефа в зоне сочленения структур западного окончания Алеутской островной дуги с континентальным склоном Восточной Камчатки свидетельствуют о преобладающем развитии здесь в новейшее время «алеутских» структур по отношению к «камчатским», т.е. о наложенном характере структур западного окончания Алеутской островной дуги на структуры континентального склона Восточной Камчатки.

1.2.3. Тихоокеанская плита

В пределах региона находится крайний северо-западный участок Тихоокеанской плиты, ограниченный с севера и северо-запада сочленяющимися глубоководными желобами. К зоне сочленения желобов прилегает своим северным окончанием одна из крупнейших морфоструктур Тихого океана - Гавайско-Императорский хребет. На акваториях Камчатско-Командорского региона расположены два крайних звена этого хребта - возв. Детройт и возв. Обручева (в некоторых работах возвышенностью Обручева называют оба эти звена). В отличие от более южных участков Гавайско-Императорского хребта, выстраивающихся в субмеридиональном направлении по 170° в.д., возвышенности Детройт и Обручева надстраивают хребет с отклонением к западу, что особенно заметно для возв. Обручева, вытянутой в СЗ направлении примерно на 250 км и прилегающей своим СЗ окончанием к Курило-Камчатскому желобу напротив подводного продолжения Кроноцкого п-ова.

Возвышенности Обручева и Детройт обособлены по изобате 3500 м и имеют общий цоколь, очерчиваемый изобатами 4000 и 4500 м, который объединяет их с более южными участками Гавайско-Императорского хребта. Возвышенность Детройт осложнена подводными вершинами с глубинами менее 2500 м и имеет более расчлененный рельеф, чем возв. Обручева, плоская вершина которой незначительно осложнена пологими прогибами и поднятиями. Последние лишь в отдельных местах достигают глубин менее 3000 м.

Поперечный профиль дна возвышенности Обручева в целом асимметричен. Ее плоская вершина обрывается на запад и юго-запад серией крутых уступов, а северо-восточный склон представлен слабо наклоненной ($<1^\circ$) поверхностью аккумулятивной равнины, сформированной отложениями контурных течений. В рельефе этой равнины все же различимы пологие грабенообразные прогибы СВ простирания, раскрывающиеся в сторону Алеутского желоба. Аналогичные прогибы более резких очертаний и меньших размеров осложняют северо-западный склон возвышенности со стороны Курило-Камчатского желоба.

На участке Тихоокеанской плиты, прилегающем к западному окончанию Алеутского желоба, отсутствуют морфологические признаки краевого океанического вала. Переход к океаническому борту желоба фиксируется разрозненной цепочкой небольших поднятий, наиболее крупные из которых расположены на флангах рассматриваемого участка: напротив банки Стелмейт (поднятие Бартлетт) и непосредственно в районе сочленения желобов (поднятие Угловое). Следует отметить, что участок Тихоокеанской плиты, заключенный между Алеутским желобом и возвышенностями Детройт и Обручева, изучен недостаточно подробно, и батиметрические построения здесь слабо отражают морфологические особенности, выделяемые на эхолотных и сейсмоакустических разрезах по отдельным профилям.

1.2.4. Командорская котловина и ее подводное обрамление

Командорская котловина - одна из трех глубоководных котловин Берингова моря. От двух других котловин (Алеутской и Бауэрс) она отличается рядом геолого-геофизических характеристик, свидетельствующих о ее более молодом возрасте. С северо-запада Командорская котловина ограничена континентальным склоном Восточной Камчатки, с юго-запада - морфоструктурами западного окончания Алеутской дуги, с востока - подводным хребтом Ширшова (рис.1.2). Форма котловины напоминает треугольник, с размером основания (юго-западной границы) около 500 км и такой же протяженностью с юга на север.

Большая часть дна Командорской котловины представлена поверхностью аккумулятивной равнины, сформированной отложениями дистальных турбидитов. Поверхность равнины полого наклонена от склона Восточной Камчатки в сторону южной части хребта Ширшова, где достигает глубин 3940-3950 м. Плоская поверхность равнины в некоторых местах нарушена поднятиями и прогибами, основная часть которых имеет небольшие амплитуды и различима лишь на батиметрических картах с сечением изолиний порядка 100 м, хотя отдельные фрагменты этих морфоструктур отчетливо различимы и на обычных (сечением 500 м) батиметрических картах.

Большой интерес представляют «транскомандорские» линеаменты Командорской котловины, представленные линейными аномальными зонами СЗ простирания, которые прослеживаются, как правило, через всю котловину от склона Восточной Камчатки до хр. Ширшова (линеаменты Беринга, Альфа, Бета, Гамма и Дельта). Значительные по протяженности участки этих линеаментов отчетливо выражены в рельефе дна. Предполагается их соответствие зонам тектонических нарушений (разломам), контролировавшим развитие Командорской котловины.

Граница между Командорским блоком Алеутского хребта и Командорской котловиной проходит по линеаменту (разлому) Беринга (рис.1.2, 1.6). Этот разлом отчетливо выражен в рельефе дна на всем своем протяжении. На юго-востоке он начинается глубоким тектоническим трогом Креста, затем прослеживается в СЗ направлении вдоль основания Командорского блока. На акватории Камчатского пролива разлом Беринга представлен глубоким трогом и линейным уступом СЗ простирания, ограничивающим с СВ котловину Камчатского пролива. Разлом завершается на континентальном склоне Восточной Камчатки, расчленяя его серией уступов субширотного простирания в районе подводного продолжения мыса Африка.

Севернее разлома Беринга, на расстоянии 60-70 км от него в рельефе дна отчетливо проявлен еще один линеамент - разлом Альфа. Этот разлом простирается субпараллельно разлому Беринга от п-ова Озерной на Камчатке до южного окончания хребта Ширшова. Наиболее ярко в рельефе дна выражена СЗ часть этого линеамента, ответвляющаяся от п-ова Озерной в

виде узкого поднятия протяженностью около 100 км. Далее в юго-восточном направлении линеамент прерывисто прослеживается узкими, кулисно надстраиваемыми друг друга поднятиями, высотой от первых до нескольких сот метров. Юго-восточное окончание линеамента Альфа в рельефе дна не выражено.

В западной части Командорской котловины, к северу от западного участка линеамента Альфа, в рельефе дна прослеживается еще одна структура СЗ простирания - поднятие Бета. Его положение наиболее отчетливо подчеркивается изобатами 3200-3300 м. Поднятие Бета прослеживается в ЮВ направлении на расстояние около 180 км от континентального склона Восточной Камчатки.

В центральной и северной частях Командорской котловины по геофизическим данным выявлены признаки существования еще двух линеаментов СЗ простирания. Это линеаменты Гамма и Дельта, ориентированные субпараллельно линеаментам Беринга и Альфа и удаленные от последнего на расстояния около 150 и 270 км соответственно. Линеамент Гамма прослеживается в геофизических полях в виде отдельных фрагментов от склона Восточной Камчатки у южной части о. Карагинский до привершинной части хребта Ширшова. Юго-восточная часть этого линеамента выражена в рельефе дна серией подводных вершин (северо-восточнее скв.191), образующих цепочку СЗ простирания. В пределах западного склона хребта Ширшова эта часть линеамента представлена серией крупных уступов СЗ простирания. Северо-западная ветвь линеамента Гамма, в отличие от юго-восточной, в рельефе дна почти не выражена.

Линеамент Дельта трассируется в рельефе дна выступом континентального склона северо-восточнее о. Карагинский и уступами СЗ простирания, расчленяющими западный склон хребта Ширшова на широте 58°. Уступы СЗ простирания расчленяют и восточный склон хребта Ширшова на продолжении линеамента Дельта в юго-восточном направлении, причем в очертаниях западного и восточного склонов хребта различимы признаки левостороннего смещения северной и центральной частей хр. Ширшова по линеаменту Дельта на величину порядка 50 км.

В южной части Командорской котловины, заключенной между линеаментами Беринга и Альфа, находятся весьма примечательные морфоструктуры. В тылу Командорского блока Алеутской дуги, северо-восточнее о. Беринга в рельефе дна отчетливо различимы признаки крупной вулканотектонической структуры, представленной раскрывающимся к северу грабенообразным прогибом (грабен Командор) и сопряженным с этим грабеном поднятием (массив Вулканологов), образованным приподнятыми кромками крыльев грабена и наложенными вулканическими постройками (вулкан Пийпа). Последний является единственным в рассматриваемом регионе подводным вулканом, проявляющим признаки современной активности. Вершины этого вулкана возвышаются над поверхностью аккумулятивных равнин прилегающих участков Командорской котловины на величину более 3500 м. Минимальная отметка глубин наиболее высокой вершины вулкана составляет 345 м.

В юго-восточном направлении от массива Вулканологов в рельефе дна прослеживается поднятие, ориентированное параллельно берингоморскому склону Командорского блока Алеутского хребта (поднятие Южно-Командорское). Куполообразные вершины этого поднятия возвышаются на величину до 350 м относительно гипсометрического уровня прилегающих аккумулятивных равнин.