

## Глава 1

# ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И НОВЕЙШЕЙ ТЕКТониКИ ПРИКАМЧАТСКИХ АКВАТОРИЙ ПО ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

---

---

### 1.1. КРАТКИЙ ОБЗОР ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данная работа основана на анализе большого количества фактического материала и результатов геолого-геофизических исследований, выполненных на прикамчатских акваториях за несколько десятилетий многими исследователями. Поэтому, прежде чем приступать к изложению результатов этого анализа, необходимо кратко напомнить основные этапы проведённых здесь исследований и отметить научные работы, содержащие важнейшие результаты этих исследований.

Начало планомерных морских геолого-геофизических исследований на прикамчатских акваториях можно отнести к периоду 1949 - 1955 гг. В это время Институт океанологии АН СССР осуществил широкую программу исследований северо-западной части Тихого океана, Охотского и Берингова морей. В частности, был выполнен значительный объем работ по измерению глубин и отбору проб грунта, что позволило существенно развить представления о морфологии дна этих акваторий и процессах современного осадконакопления (*Удинцев, 1954; 1955; Удинцев и др., 1959; Безруков, 1955; Канаев, 1959; Ильин, 1957; 1961; Затонский и др., 1961*). К этому же периоду относятся первые измерения гравитационного поля в Курило-Камчатском желобе и прилегающих акваториях (*Гайнанов, 1955*). В 1954 г. в 19 рейсе НИС «Витязь» к юго-востоку от Камчатки были предприняты первые попытки зондирования методом преломленных волн, позволившие получить данные о мощности осадочного слоя и скорости продольных волн в верхней части разреза (*Лисицын и др., 1957*).

Большое значение для изучения геологического строения региона имели геолого-геофизические исследования, выполненные здесь по программе Международного геофизического года (МГГ) в период 1957-1959 гг. По этой программе на прикамчатских акваториях впервые выполнено глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ) земной коры, проведены аэромагнитные и морские гравиметрические исследования. Исследования методом ГСЗ здесь были проведены по трем профилям (рис. 1.1). Два из них ориентированы вкrest структур Курило-Камчатского желоба от мыса Лопатка (профиль 9-0) и от Авачинской бухты (профиль 7-0, 7-0С), третий - от южной части хр. Ширшова вкrest структур западного сектора Алеутской островной дуги (8-М, 8-0). Эти исследования впервые позволили изучить основные закономерности строения земной коры региона, выделить ее основные типы (*Строение ..., 1964*). В период МГГ были выполнены и первые аэромагнитные исследования аномального магнитного поля Курило-Камчатской островной дуги (*Соловьев, 1961*). Исследования выполнялись аэромагнитной партией ВНИИГеофизика МГ СССР. Аэромагнитные профили захватывали акватории океана на удалении до 500 км. Измерения проводились на высоте 2 км. Эти исследования впервые позволили получить представление об основных чертах магнитного поля и о характеристиках региональных аномалий на акваториях Курило-Камчатской островной дуги. В этот же период и последующие годы в пределах Курило-Камчатской дуги и Берингова моря выполнены измерения силы тяжести маятниковыми гравиметрами на подводных лодках и набортными катушеванными гравиметрами (*Гладун и др., 1963; Гайнанов и др., 1970; Гайнанов и др., 1974; Строев и др., 1976; Строев и др., 1980*).

В 1956-1959 гг. Западный геофизический трест, осуществляя аэромагнитную съемку территории Камчатки, прокладывает часть профилей над прилегающими акваториями Тихого океана. Всего над акваториями было отработано 29 профилей максимальной протяженностью до 300 км от берега на высоте 500 м (*Ривош, 1963*). В дальнейшем аэромагнитные исследования в Камчатско-Командорском регионе выполняются силами НПО «Севморгеология» (*Андиева и др., 1977; Ржевский и др., 1977; Шимараев, 1975*).

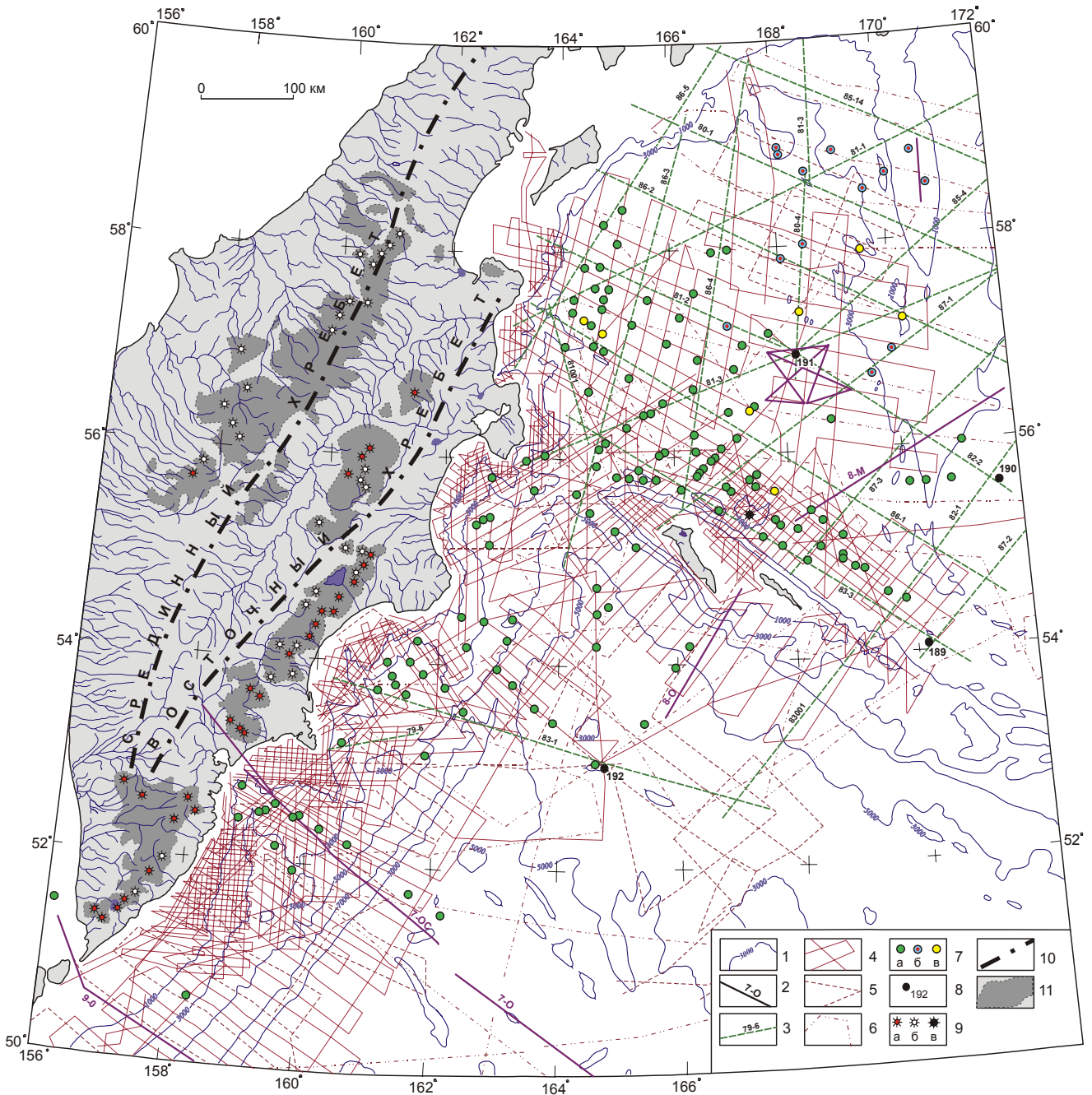


Рис. 1.1. Схема геофизической изученности прикамчатских акваторий.

1 - изобаты (м); 2 - профили глубинного сейсмического зондирования (Строение..., 1964; Тулина и др., 1972; Аносов и др., 1978; Непрочнов и др., 1984; Shor, Fornari, 1976); 3 - профили МОВ ОГТ (Голубев, Устинов, 1981; Устинов и др., 1985а, б; Беляев и др., 1985; Baranov et al., 1991); 4 - 6 - геофизические профили, выполненные: 4 - экспедициями Института вулканологии на НИС «Вулканолог», 5 - экспедициями САХКНИИ, ТОИ и ИО АН СССР на НИС «Пегас», «Каллисто» и «Дмитрий Менделеев» (Гнибиденко и др., 1980; Васильев, Удинцев, 1982; Валяшко и др., 1993), 6 - экспедициями зарубежных исследователей на судах «Vema», «Robert D. Conrad», и «Bartlett» (Rabinowits, Cooper, 1977; Scholl et al., 1975); 7 а, б, в - станции измерения характеристик теплового потока, выполненных: а - экспедициями Института вулканологии на НИС «Вулканолог», б - экспедициями ИО АН на НИС «Дмитрий Менделеев», в - экспедициями зарубежных исследователей (Langsets et al., 1980); 8 - скважины глубоководного бурения (Initial Reports..., 1973); 9 - современные вулканы: а - действующие, б - потухшие, в - подводные; 10 - крупнейшие хребты; 11 - зоны проявлений четвертичного вулканизма (Геологическая карта..., 1978).

В ноябре 1961 г. были начаты детальные сейсмологические наблюдения на Камчатке и Командорских островах, которые продолжаются до настоящего времени (Федотов и др., 1964; 1974; Зобин и др., 1988; Гордеев и др., 1998). В результате получены более чем 45-летние непрерывные ряды детальных сейсмологических наблюдений, являющиеся важнейшим источником информации при решении широкого круга фундаментальных и прикладных задач геологии и геофизики, в том числе - для изучения современной геодинамики и новейшей тектоники региона.

В 1967 г. ИФЗ АН СССР возобновил исследования по ГСЗ в Авачинском заливе. Между Авачинской бухтой и глубоководным желобом был отработан профиль ГСЗ №34, позволивший детализировать систему наблюдений по профилю 7-ОС в пределах континентального склона Восточной Камчатки. В результате проведенных исследований была обоснована блоково-слоистая структура земной коры и выявлены основные зоны разрывных нарушений, пересекающих линию профиля (Тулина и др., 1972; Тулина, Ярошевская, 1976).

С 1970 г. СахКНИИ ДВНЦ АН СССР совместно с Институтом вулканологии проводят исследования по программе глубинного сейсмического зондирования вулканических зон Камчатки, в соответствии с которой была отработана сеть наземных профилей и наземно-морской профиль, морское продолжение которого совпало с отработанным ранее профилем ГСЗ №34 (Аносов и др., 1978; Балеста, Гонтовая, 1985; Красный, 1990). Наблюдения ГСЗ на этом профиле позволили получить более детальные сведения о структуре земной коры непосредственно в пределах шельфа, а также на Восточной Камчатке в пределах вулканического пояса и в районе пересечения земной коры сейсмофокальной зоной.

Большой вклад в изучение прикамчатских акваторий внесли зарубежные исследователи, выполнившие здесь несколько морских исследовательских экспедиций в период 1965-1971 гг. Отметим важнейшие из них. Первые исследования по изучению структуры осадочного чехла региона с применением непрерывного сейсмического профилирования (НСП) в одноканальной модификации метода отраженных волн в акваториях региона были выполнены в августе-сентябре 1965 г. сотрудниками Ламонтской геологической обсерватории с борта НИС «Вима». Эти исследования были продолжены в рейсах НИС «Роберт Д.Конрад» в 1969 и 1971 гг., НИС «Бартлетт» в 1970 г. Кроме НСП, в этих рейсах проводились гравимагнитные наблюдения, измерения характеристик теплового потока, определение скоростных характеристик осадочного разреза с применением сонобуев и геологическое опробование (Rabinowits, Cooper, 1977; Ludwig et al., 1971; Hamilton et al., 1974; Nelson et al., 1974; Scholl et al., 1975; Langseth et al., 1980). Летом 1970 г. в Командорской котловине на НИС «Мелвил» были выполнены исследования ГСЗ по системе различно ориентированных профилей в окрестностях точки, где год спустя пробурена скважина 191 (Shor, Fornary, 1976). Перечисленные выше исследования явились хорошей базой для выбора мест глубоководного бурения и завершились 19-м рейсом бурового судна «Гломар Челленджер». В августе 1971 г., в рамках Международного проекта DSDP, с борта этого судна в пределах рассматриваемого региона было пробурено 4 скважины: 189, 190, 191 и 192, из которых две последние полностью вскрыли осадочный чехол и достигли подстилающие вулканические породы (Initial Reports..., 1973). Положение геофизических профилей, выполненных в перечисленных выше экспедициях зарубежных исследователей, и скважин глубоководного бурения показаны на схеме изученности региона (рис.1.1).

Первые отечественные исследования структуры осадочного чехла методом отраженных волн у берегов Камчатки выполнены Тихоокеанской экспедицией ВМНПО «Союзморгео» в 1972 г. с борта НИС «Оха». Исследования проводились в комплексе с гравимагнитными наблюдениями и носили рекогносцировочный характер. Были отработаны отдельные профили в западной части Командорской котловины, в Камчатском, Кроноцком и Авачинском заливах. Несколько геофизических профилей (НСП и гравимагнитные измерения) были выполнены летом 1975 г. на акваториях Олюторского и Карагинского заливов Полярной экспедицией НПО «Севморгео» (Коган и др., 1977).

В 1979 г. в акваториях региона были начаты планомерные исследования структуры осадочного чехла с применением метода отраженных волн в модификации общей глубинной точки (МОВ-ОГТ). Исследования выполнялись с борта судна «Спокойный» Камчатской морской геофизической партией в составе Полярной экспедиции НПО «Севморгео», затем (с 1984 г.) в со-

ставе Северо-Тихоокеанской геологоразведочной экспедиции ПГО «Дальморгеология» (Голубев, Устинов, 1981; Устинов и др., 1985а, 1985б; Беляев и др., 1985; Шитилов, 1988; Чехович и др., 1990; Baranov et al., 1991).

Исследования МОВ-ОГТ продолжались до 1988 г. Однако практически весь объем работ был выполнен в Беринговом море. Исключение составляют лишь 3 профиля, один из которых отработан в 1979 г. в Кроноцком заливе, а два в 1983 г., один из них - вкост Курило-Камчатского желоба к скв.192, другой - вкост Алеутского желоба восточнее Командорских островов. Схема профилей МОВ-ОГТ представлена на рис.1.1.

Летом 1977 г. в 13 рейсе НИС «Пегас» экспедицией СахКНИИ вкост структур Курило-Камчатского желоба была отработана серия комплексных геофизических профилей (НСП, эхолотный промер и гравимагнитные наблюдения), а также выполнено несколько геологических станций (Гнибиденко и др., 1980; Неверов и др., 1980; Ломтев и др., 1980; Гнибиденко и др., 1983). В этом же году на акваториях региона экспедицией Института вулканологии при участии сотрудников Геологического института АН СССР во 2-ом рейсе НИС «Вулканолог» были проведены геотермические исследования и выполнено несколько профилей НСП (Смирнов, Сугробов, 1979; Смирнов, Сугробов, 1980 а, б). В период с 1978 по 1982 г. Институт вулканологии выполнил еще 4 морские экспедиции (рейсы 6, 9, 12 и 14 НИС «Вулканолог»), в которых было продолжено исследование структуры осадочного чехла, рельефа дна и аномального магнитного поля шельфа и континентального склона Восточной Камчатки, Курило-Камчатского и Алеутского желобов, зоны их сочленения и возвышенности Обручева (Селиверстов и др., 1980 а,б; 1981; Селиверстов, 1983; 1987). При этом было отработано несколько станций теплового потока в заливах Восточной Камчатки, на возвышенности Обручева и в Командорской котловине Берингова моря (Смирнов и др., 1982), а также проведены драгирования в каньонах Восточной Камчатки (Высоцкий, 1983) и отбор проб осадков (Конюхов, Чечия, 1981).

Несколько профилей НСП и станций драгирования в области сочленения Курило-Камчатского и Алеутского желобов и на возвышенности Обручева было отработано в 1979 и 1981 гг. в экспедициях Тихоокеанского океанологического института в 11 и 15 рейсах НИС «Каллисто» (Высоцкий, 1981; Васильев, Удинцев, 1982). В экспедициях этого же института в 1984 и 1986 гг. на шельфе и склоне Восточной Камчатки и на возвышенности Обручева выполнено несколько точечных зондирований с сейсмическим радиобуем и пневматическим источником по определению скорости продольных волн в верхней части земной коры (Карп, Медведев, 1989).

В 1982 г. экспедицией Института океанологии АН СССР в 29 рейсе НИС «Дмитрий Менделеев» были проведены геолого-геофизические исследования на подводном хребте Ширшова. Было изучено строение земной коры методом ГСЗ северной части хребта (Непрочнов, 1983; Непрочнов и др., 1984), получены сведения о составе пород (Баранов и др., 1984; Силантьев и др., 1985), а также проведены измерения теплового потока в нескольких точках Командорской котловины.

В 1983 и 1984 гг. в 18 и 21 рейсах НИС «Вулканолог» Институт вулканологии продолжил геолого-геофизические и геотермические исследования в южной части Командорской котловины. Основным результатом этих исследований было обнаружение неизвестной ранее зоны молодого подводного вулканизма в тылу западного сектора Алеутской дуги (Селиверстов и др., 1986). В южной части Командорской котловины были получены дополнительные сведения о существовании здесь зоны аномально высоких значений теплового потока (Галушкин и др., 1986).

В период с 1986 по 1988 гг. Институт вулканологии проводит еще 3 морские экспедиции (рейсы 26, 28 и 32 НИС «Вулканолог»), в которых выполнены комплексные геолого-геофизические и геотермические исследования в Командорской котловине и зоне сочленения Курило-Камчатской и Алеутской дуг. В результате этих исследований подробно изучены рельеф дна, структура осадочного чехла, аномальное магнитное поле и тепловой поток южной, центральной и западной частей Командорской котловины, изучен состав пород молодых вулканических вершин подводного вулкана Пийпа, установлены признаки современной гидротермальной активности этого вулкана и особенности структурно-тектонического контроля магматических проявлений в южной части котловины (Селиверстов и др., 1988;1989 а,б; Муравьев и др.,

1990; *Baranov et al., 1991*). В этих рейсах были проведены также детальные исследования структуры осадков на шельфе юга Камчатки и в Авачинском заливе, а также на шельфе п-ова Камчатский Мыс и на шельфе Командорских островов. Кроме того, была изучена структура зоны сочленения возвышенности Обручева с Курило-Камчатским желобом.

В 1988 г. в 42 рейсе НИС «Дмитрий Менделеев» экспедицией Института океанологии АН СССР выполнены комплексные геолого-геофизические и геотермические исследования на полигоне в северо-восточной части Командорской котловины. Данные гидромагнитных наблюдений по этому полигону были обработаны совместно с данными Института вулканологии по западной и южной частям котловины. При этом были предприняты попытки идентификации линейных магнитных аномалий Командорской котловины (*Валяшко и др., 1993*).

В 1989 г. в 35 рейсе НИС «Вулканолог» экспедицией Института вулканологии были проведены геолого-геофизические исследования в юго-восточной части Командорской котловины, а также проведено изучение состава магматических пород, обнажающихся в окрестностях подводного вулкана Пийпа (*Вольнец и др., 1992; Yagodzinsky et al., 1994*).

В 1990 г. в 22 рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» были проведены исследования с применением глубоководных обитаемых аппаратов «Мир» на подводном вулкане Пийпа, в грабене Командор (севернее этого вулкана) и в котловине Стеллера (южнее о. Беринга). Основной результат этих исследований - обнаружение и изучение современных гидротерм на подводном вулкане Пийпа (*Сагалевич и др., 1992; Баранов и др., 1991; Селиверстов и др., 1995 б*).

Весной и осенью 1991 г. Институтом вулканологии проведены 2 морские экспедиции на прибрежных акваториях Восточной Камчатки и в Командорской котловине (рейсы 39 и 41 НИС «Вулканолог»). В этих рейсах выполнены измерения теплового потока в юго-западной части Командорской котловины, проведены исследования по промеру глубин и геологическому опробованию на вулкане Пийпа, в западной части Командорской котловины и в Камчатском заливе, выполнены детальные исследования структуры осадков на шельфе Кроноцкого, Камчатского, Озерновского и Карагинского заливов с применением высокочастотного излучателя (*Надежный и др., 1993; Селиверстов и др., 1995а,б; Селиверстов, 1998; Seliverstov et al., 1994*).

На рис.1.1 представлена схема геофизической изученности прикамчатских акваторий. На этой схеме отражены практически все перечисленные выше исследования за исключением некоторых из них, выполненных, как правило, на ранних этапах исследований в районах, где позднее проведены подобные исследования с применением более современных технических средств и с большей детальностью.

Из представленной схемы видно, что геофизическая изученность региона неоднородна, особенно в отношении глубинных сейсмических методов (ГСЗ и МОВ ОГТ). В лучшую сторону отличается изученность этими методами Командорской котловины, где выполнена достаточно представительная опорная сеть профилей МОВ ОГТ. Хотя и здесь отсутствуют данные ГСЗ по центральной и западной частям котловины. Полностью отсутствуют данные ГСЗ по северной ветви Курило-Камчатского желоба и его структурному обрамлению (севернее Авачинского залива). Эта часть системы дуга-желоб имеет существенные отличия от более южных участков по целому ряду параметров и, вероятно, значительно отличается и по структуре земной коры. Исследования МОВ ОГТ здесь выполнены лишь по единичным профилям. Для юга Камчатки, Авачинского и Камчатского заливов и зоны сочленения желобов данные МОВ ОГТ полностью отсутствуют. Таким образом, наиболее сложные по строению участки региона, отличающиеся максимальной сейсмичностью и тектонической активностью, в настоящее время практически не изучены глубинными сейсмическими методами, которые являются основными при структурно-тектоническом районировании акваторий. Относительно высокая степень изученности этих акваторий другими геофизическими методами и данные детальных сейсмологических наблюдений в значительной мере, но далеко не полностью компенсируют этот пробел.