

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КОМИТЕТ ПО ГЕОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НЕДР
КАМЧАТСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«КАМЧАТГЕОЛОГИЯ»
КАМЧАТСКАЯ ПОИСКОВО-СЪЕМОЧНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

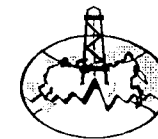
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

· Масштаб 1 : 200 000

Серия Южно-Камчатская

Листы N-57-XXI (Северные Коряки),
N-57-XXVII (Петропавловск-Камчатский),
N-57-XXXIII (сопка Мутновская)

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА



МОСКВА • 2000

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000. Серия Южно-Камчатская. Листы N-57-XXI (Северные Коряки), N-57-XXVII (Петропавловск-Камчатский), N-57-XXXIII (сопка Мутновская). Объяснительная записка. М., 2000. 302 с. + 2 вкл. (МПР России. Комитет по геологии и использованию недр Камчатской области, ГПП «Камчатгеология», Камчатская поисково-съёмочная экспедиция).

Табл. 59, ил. 8, список лит. 148 назв., прил. 5.

Составитель *В. С. Шеймович*
Редактор *Б. А. Марковский*

Утверждено
Геологической секцией НРС МПР России
30 декабря 1996 г.

- © Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 2000
- © Комитет по геологии и использованию недр Камчатской области, 2000
- © ГПП «Камчатгеология», 2000
- © Камчатская поисково-съёмочная экспедиция, 2000

ВВЕДЕНИЕ

Территория листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII охватывает площадь 10 675 км² (соответственно: 4710, 3765 и 2200 км²). Акватория занимает примерно 3700 км². Листы ограничены координатами 52°00'—54°00' с. ш. и 158°00'—159°00' в. д. и входят в Елизовский район Камчатской области Российской Федерации.

Меридиональная полоса суши протяженностью 225 км и шириной до 70 км имеет сложный горный рельеф, сочетающийся с широкими речными долинами. По особенностям рельефа и гидрографии территория делится на три района: Южно-Валагинский, Авачинский и Южно-Камчатский, примерно совпадающих с границами вышеуказанных листов. Южно-Валагинский район охватывает бассейны рек Авача, Налычева, Левая Жупанова. Здесь сочленяются хребты горной системы южной части Восточного хребта: Ганальский, Валагинский, Дзендзур, Олений, Поясье, Пинавческий, Жупановский, образующие альпинотипное среднегорье с абсолютными высотами от 700 до 2000 м и относительными превышениями над днищами долин от 500 до 1500 м. Часты гребневидные узкие водоразделы, склоны нередко покрыты «живыми» осыпями. Над среднегорьем возвышаются конусы небольших потухших вулканов: Бакенинг (2277 м), Вершинский (1801 м), Купол (1678 м).

Центральная часть площади относится к Авачинскому району. Она почти целиком принадлежит к бассейнам рек Авача и Паратунка и протягивается вдоль Авачинского залива и Авачинской губы. Большая часть горных сооружений принадлежит к системе Южно-Быстринского хребта: хребты Быстринский, Тополовый, Карымшина, Поперечный, массивы гор Скалистая (1417 м), Острая (1235 м), Глиняная (1225 м), Сельдевая (714 м). Хребты имеют северо-восточное простирание, их протяженность 20—30 км, абсолютные высоты (близкие к относительным) колеблются от 600—800 до 1200—1400 м. Нагорье между долиной р. Паратунка и Тихим океаном имеет относительно низкие вершины, достигающие обычно 500—700 м. Над среднегорьем на юге района возвышается конус вулкана Вилючинский (2173 м). На северо-востоке района горные системы Южно-Быстринского хребта отделены широкой (20—30 км) равниной долины Авачи от грандиозной группы вул-

канов: Корякского (3456 м), Авачинского (2741 м), Козельского (2189 м), поднимающейся над океаном.

Рельеф Южно-Камчатского района — это резко расчлененное альпийское среднегорье, состоящее из изометричных горных массивов, вершины которых понижаются с севера на юг от 1000—1300 до 600—800 м. Среднегорье прорезано глубокими долинами рек Мутная, Асача, Вилюча, Жировая шириной 2—4 км, днища которых располагаются на высотах от 0 до 200 м. Над вершинами среднегорья поднимаются конус вулкана Мутновский (2323 м) и пологая постройка вулкана Горелый (1828 м). Абсолютная высота оснований этих вулканов 1000 м.

В Южно-Валагинском районе большая часть речной сети представлена истоками р. Авача: реками Правая Авача, Левая Авача, Средняя Авача. Здесь находятся истоки рек Кавыча, Налычева, протекают правые притоки р. Левая Жупанова — Гаванка и Дзендзур. Все они имеют характер горных рек. Большинство из них имеет ширину 30—60 м, глубину до 2 м, скорость 1,5—2,5 м/с. Дно везде каменистое, пешеходные броды возможны лишь в верхних течениях. Река Авача при тех же скоростях течения имеет ширину 100—120 м, глубину до 4 м. В районе истоков Средней Авачи расположено несколько крупных озер площадью 1—1,5 км², а десятки более мелких озер разбросаны по правобережью р. Дзендзур.

В Авачинском районе скорость течения р. Авача (ее среднее и нижнее течение) падает до 1—2 м/с, ширина достигает 150 м. При впадении в Авачинскую губу река образует дельту с многочисленными протоками, озерами, заболоченными участками поймы. Другая крупная река — Паратунка. В среднем течении она имеет ширину около 50 м, глубину до 3 м, скорость 1,5 м/с. В прибрежной части находится несколько крупных озер: Пресное, Дальнее, Ближнее, Халактырское с площадью зеркала до 2 км² и глубиной до 4 м.

Реки Южно-Камчатского района представляют собой короткие мощные водотоки с каменистым дном, скоростями течения до 3 м/с, шириной в среднем течении до 30 м. Они впадают в бухты океанского побережья, которые глубоко (до 10 км) вдаются в сушу. Некоторые из них — бухты Вилючинская, Русская (Ахонтен) — представляют собой фьорды. Иногда устья рек отшнуровываются от океана песчаными косами, образуются фальшивые бухты — такие, как Фальшивая и Лиственичная. Во время низкого стояния вод все реки имеют пешеходные броды (кроме крупных рек в среднем и нижнем течении).

Снеготаяние и обильные продолжительные дожди повышают уровень воды в реках на 1—3 м, расход воды увеличивается (в конце июня) от двух до восьми раз. Наименьший расход воды приходится на февраль—апрель. Ледяной покров на реках устанавливается лишь в нижних течениях Авачи и Паратунки. К долинам рек приурочены выходы многочисленных горячих источ-

ников: Паратунских, Налычевских, Вилючинских, Жировских, Асачинских и др.

В Авачинском заливе находится лучшая из бухт Тихоокеанского побережья — Авачинская губа. Она изометрична в плане и имеет диаметры 16×18 км. В центральной части ее глубина около 26 м, вблизи берегов — 10 м. Берега изобилуют небольшими бухтами, удобными для стоянки судов. Средняя высота подъема воды во время приливов 1,4 м. Ледяной покров иногда образуется в конце ноября, но сплошным он не бывает, лед часто взламывается и передвигается ветрами. Толщина его до 1 м. Дно океана понижается в восточном направлении: на расстоянии 15—25 км до глубины 200 м, а далее континентальный склон понижается до глубины 2000 м под углом 10°.

Климат территории умеренно морской, а в долинах рек Авача и Паратунка приближается к континентальному. По многолетним данным метеостанции в пос. Сосновка среднегодовая температура воздуха 0,5—1,8 °С, самый холодный месяц — январь, со среднемесячной температурой —12,6 °С и абсолютным минимумом —27,6 °С. Продолжительность устойчивого морозного периода 115—120 дней. Переход к положительным температурам происходит во второй декаде мая. Самый теплый месяц — август, со среднемесячной температурой +14,5 °С и абсолютным максимумом +30,7 °С. Продолжительность безморозного периода 90—100 дней. Переход к отрицательным температурам отмечается в конце октября—начале ноября.

Наибольшее количество осадков (1200—1400 мм/год) выпадает на склонах, обращенных к океану, наименьшее количество (около 500—800 мм/год) — в пределах Авачинской долины. Максимальное количество осадков, выпавших за сутки, 66,8 мм. Снежный покров держится 160—170 дней. Его толщина на равнинах 1,0—1,2 м, в узких долинах и оврагах достигает 7 м, а иногда и 10 м. Преобладающее направление ветров северо-западное, юго-западное и восточное, северо-восточное. Число штилевых дней около 100 в год. Дней с сильным ветром со скоростью 10—15 м/с — около 20, а с ураганным ветром, когда скорость порывов достигает 40—50 м/с — 1—2 дня в год. В горной местности число неблагоприятных дней значительно больше.

Растительность подчиняется вертикальной зональности. В долинах и на склонах до высоты 600—800 м произрастают леса каменной березы, пойменные леса представлены тополем, ивой, чозенией. В нижнем ярусе и на лугах обильно растут высокие (до 2 м) травы, среди которых наиболее характерен шеломайник. На склонах и водоразделах от 600 м и выше распространены заросли труднопроходимых ольхового и кедрового стланика. На водораздельных пространствах среднегорья находятся горные тундры с рододендронами, карликовыми ивой и березой, обилием ягодников. Здесь произрастают жимолость, княженика, малина, брусника, кустарниковая рябина. Почвы долины рек Авача и

Паратунка слабокислые, дерновые, образуются при обильном растительном опаде, неглубоком сезонном промерзании, интенсивном промывном режиме и со слабой микробиологической деятельностью. Периодические извержения вулканов обусловили слоистый профиль почв: несколько гумусовых слоев чередуются с пепло-во-пирокластическим материалом.

Животный мир близок к таежному. На территории обитают бурый медведь, росомаха, лисица, соболь, горноста́й, выдра, снежный баран, сурок черношапочный, заяц-беляк и др. Из птиц встречаются каменный глухарь, кедровка, дятел, ворон. Во все реки заходит на нерест тихоокеанский лосось: чавыча, горбуша, нерка, кижуч, кета. В Авачинском заливе водятся сивучи, тюлени, изредка появляются киты. Здесь производится промысловый лов лососевых, трески, терпуга, камбалы, палтуса.

Территория принадлежит к экономически освоенному району области. Большая часть ее промышленности сосредоточена в Петропавловске-Камчатском. Сельскохозяйственные угодья располагаются в низовьях р. Авача и по долинам бассейна р. Паратунка. В столице области проживает 245 тысяч человек, в районном центре г. Елизово — 39 тысяч. В Елизовском районе расположено еще 30 поселков с населением от 50 до 3500 человек. Общая численность населения 323 тысячи человек. Площадь земель, эксплуатируемых населением, составляет примерно 2000 км², а плотность населения на этой площади — около 200 человек на 1 км², в то время как на всей территории листов — 40—50 человек на 1 км².

Предприятия Елизовского района обслуживает рыбодобывающий и торговый флот, который базируется в Петропавловске. Здесь имеются судоремонтные и рыбоперерабатывающие предприятия, домостроительный комбинат, предприятия служб быта, учебные учреждения. В пригородах областного и районного центров по долинам рек Авача и Паратунка выращиваются овощи, кормовые травы, разводятся крупный рогатый скот, лошади, содержатся свинофермы; в пос. Пионерский имеется птицефабрика. Широко развернулись пригородные садово-огородные товарищества, частично обеспечивающие население сельскохозяйственными продуктами. Все более развивается международный туризм.

Горнодобывающая промышленность находится в зачаточном состоянии. Разрабатываются строительные материалы. Широко используется месторождение термальных вод долины р. Паратунка, на базе которого созданы парниковые хозяйства в поселках Термальный и Паратунка, действуют пансионаты и санатории. Другие естественные источники горячих вод используются стихийно в бальнеологических целях.

Дорожная сеть района достаточно хорошо развита. Петропавловск связан автобусным сообщением практически со всеми населенными пунктами района и области. Грунтовые дороги соединяют областной центр с южным кустом золоторудных месторождений

и с верховьями р. Авача. В горной местности практически везде можно использовать вьючный транспорт (кроме прибрежной океанской полосы), по многим долинам — вездеходный. Местные авиалинии обслуживают Халактырский и Елизовский аэропорты, причем через последний осуществляется связь с Москвой и областными центрами Российской Федерации и ближним зарубежьем. Петропавловск-Камчатский — крупный морской порт на востоке России. Навигация длится круглый год.

Большая часть площади листов имеет сложное и очень сложное геологическое строение. По степени дешифрируемости космо- и аэрофотоматериалов территория подразделяется на площади со средней и плохой дешифрируемостью.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Геологосъемочные работы масштаба 1 : 200 000 на площади листов N-57-XXI, XXVII и XXXIII были завершены более 30 лет назад [6, 5, 51].

В дальнейшем, в период с 60-х до конца 80-х годов геологическое картирование масштаба 1 : 50 000 (рис. 1) охватило 72 % суши листов [73, 86, 88, 110, 111, 115, 141, 143, 144]. На основании этих работ в геологическом разрезе выделялись верхнемеловые терригенные и вулканотерригенные отложения хозгонской и ирунейской свит. Кайнозойские дочетвертичные стратона объединялись в анавгайскую (олигоцен—миоцен) и алнейскую (миоцен—плиоцен) серии вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений. Анавгайская серия подразделялась на олигоценовую вулканотерригенную вилючинскую свиту, преимущественно вулканогенную паратунскую свиту (олигоцен) и свиту кислых вулканитов — березовскую свиту (миоцен). Анавгайская серия прорвана интрузивными образованиями: габбро-диоритами, диоритами, гранодиоритами. Среди отложений алнейской серии отмечены субвулканические тела разного состава. В геологической истории выделено три тектономагматических цикла: олигоцен-миоценовый, миоцен-плиоценовый и четвертичный.

К концу 70-х годов возникло сомнение в правомерности выделения паратунской и вилючинской свит анавгайской серии. Е. А. Лоншаков [110] обосновывает выделение в бассейнах рек Карымшина и Карымчина единой вулканогенно-осадочной толщи олигоцен-миоценового возраста, перекрытой березовской свитой среднемиоценового возраста. Вслед за В. М. Зиминим [97] в поле березовской свиты картируются инъекционные тела дацитового состава с кластической структурой, ранее принятые за игнибритовые покровы. Была выделена Паратунско-Карымшинская жильная зона с золоторудной минерализацией.

При последующих ГСР-50 намечается дальнейший отход от схем, разработанных при ГСР-200. По данным А. А. Матвиенко [115], в основании кайнозойских отложений Южно-Быстринского хребта залегает эоценовая конгломератовая толща, которая согласно перекрыта терригенной жировской толщей олигоценового возраста. Выше залегают вулканогенно-осадочные отложения олигоцен-миоце-

новой паратунской свиты. На паратунской свите с размывом залегает вулканогенно-осадочная асачинская свита (средний миоцен?).

В связи со сложностью корреляции вулканогенных и терригенных образований Е. А. Лоншаковым были созданы две стратиграфические схемы, каждая из которых характеризует строение районов преимущественно терригенного осадконакопления или вулканической аккумуляции. В основании кайнозойского разреза была выделена олигоценовая вулканогенно-осадочная жировская толща и ее вулканогенный аналог — ахоттенская толща. Жировская толща перекрыта мутновской толщей, а ахоттенская — паратунской свитой. Олигоцен-миоценовый осадочный разрез венчается асачинской свитой, ее возможным вулканогенным аналогом является березовская свита. Обе среднемиоценовые свиты перекрыты вулканогенной алнейской серией. Выделение двух параллельных стратиграфических схем частично устраняло противоречия, но создавало определенные сложности из-за большого числа стратона.

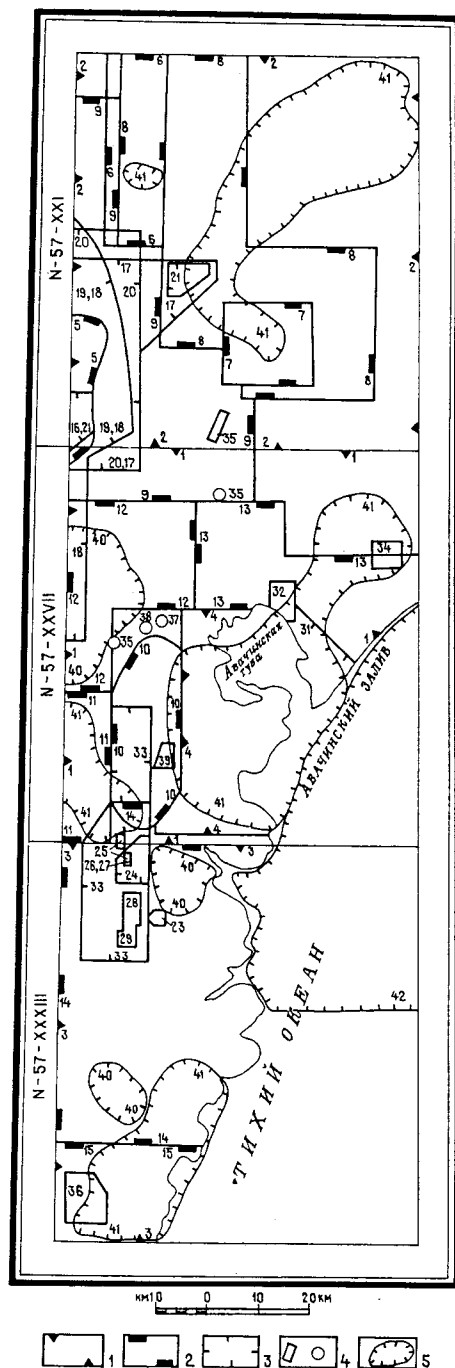
При дальнейшем проведении ГСР-50 в 1978—1982 гг. Ходуткинской партией на юге Камчатки В. Н. Федорев, Ю. В. Бархатов, В. А. Кучуганов отказываются от паратунской и березовской свит при расчленении олигоцен-миоценовых образований, оставляя почти без изменения схему расчленения вулканогенно-осадочных отложений Е. А. Лоншакова. Отложения верхних частей миоценового вулканогенно-осадочного разреза, содержащие остатки *Swiftopecten swiftii* (В е р н.), были отнесены к белаяевской толще.

Стратиграфическая схема Гореловской и Ходуткинской партий, подтвержденная стратиграфическими работами [82, 83], была положена в основу стратиграфии Юго-Восточной Камчатки и целиком использована при составлении геологической карты данных листов.

В результате поисковых работ Гореловской партии были подтверждены перспективы Асачинского золоторудного проявления, выявлены основные рудные тела Мутновского месторождения, обнаружен ряд перспективных проявлений — Родниковое, Рогатка и др.

В 1976—1980 гг. Городская партия проводила ГСР-50 в северо-восточной части листа N-57-XXVII [86]. Авторы по-новому интерпретировали структурно-фациальное положение докайнозойских образований района. На основании сходства состава и степени дислоцированности они были отнесены к валагинской серии и разделены на четыре залегающие друг на друге толщи. Кайнозойские образования представлены олигоценовой паратунской свитой и алнейской серией (миоцен—плиоцен). Среди отложений алнейской серии были собраны остатки двустворок, которые свидетельствуют о более древнем возрасте вмещающих отложений, но авторы не изменили возрастную интерпретацию, предложенную предшественниками [5].

В 1979—1982 гг. значительная часть площади листа N-57-XXI была закартирована в масштабе 1 : 50 000 групповой Пиначевской партией. По данным этих работ [144] на дислоцированных ме-



зойских отложениях междуречья Левая Авача—Средняя Авача залегают вулканы березовской свиты, более же древние кайнозойские образования в бассейне р. Авача не вскрыты. В бассейне Авачи уточнены геологическая ситуация и перспективы Китхойского рудопоявления.

В 1986—1990 гг. геологическая съемка того же масштаба была продолжена Авачинской партией в западной и южной частях листа N-57-XXI и в северо-западной части листа N-57-XXVII [73]. В результате работ в бассейне р. Вахталка породы, считавшиеся ранее позднемеловыми, были представлены как комплекс древних образований, среди которых установлены протерозойские метаморфиты ганальской серии, палеозойские зеленые сланцы стеновой серии. Мезозойские отложения расчленены на кижиченковскую (верхняя юра—нижний мел) и киргуропскую (верхняя юра—нижний мел) толщи. Среди кайнозойских образований были закартированы олигоцен-миоценовые отложения правоавачинской толщи и вулканы алнейской серии. Четвертичные вулканические образования были разделены на вулканические комплексы: пиначевский, аагский, корякский и др. Работами Авачинской партии завершаются ГСР-50 на Юго-Восточной Камчатке.

Рис. 1. Картограмма геологической изученности площади листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII (составлена по картам геологической и поисковой изученности Камчатского территориального геологического фонда).

Границы геологических и поисково-разведочных работ: 1 — геологосъемочных работ м-ба 1 : 200 000; 2 — геологосъемочных работ м-ба 1 : 50 000; 3 — поисковых и разведочных работ на россыпное золото; 4 — участков поисково-разведочных работ на рудное золото, парогидротермы, строительные материалы; 5 — участков тематических работ, ГДП-200.

Цифровые обозначения (автор и годы работ): геологосъемочные работы м-ба 1 : 200 000: 1 — Апрельков С. Е., 1960—1961; 2 — Апрельков С. Е., 1962—1964; 3 — Слепов Ю. М., 1962—1963; геологосъемочные работы м-ба 1 : 50 000: 5 — Новоселов Г. И., 1959; 6 — Долматов Б. К., 1963; 7 — Харченко Ю. И., 1965; 8 — Химченко Э. А., 1979—1984; 9 — Валов В. В., 1986—1990; 10 — Зимин В. М., 1967—1971; 11 — Лоншаков Е. А., 1970—1972; 12 — Матвиенко А. А., 1977—1979; 13 — Данилеско Н. Ф., 1976—1980; 14 — Лоншаков Е. А., 1974—1977; 15 — Федореев В. Н., 1978—1982; поисковые и разведочные работы на россыпное золото: 16 — Коваль С. С., 1963—1966; 17 — Шарга А. Р., 1963; 18 — Шапошников В. И., 1965—1968; 19 — Шварцман А. М., 1968—1972; 20 — Коваль С. С., 1971—1972; 21 — Бабушкин Д. А., 1975—1977; 22 — Приходько Б. Е., 1980—1982; поисковые и разведочные работы на рудное золото: 23 — Самылов Н. И., 1978—1981; 24 — Игнатов А. П., 1979—1982; 25 — Самылов Н. И., 1983—1985; 26 — Прозоровский В. А., 1987; 27 — Лезин В. И., 1985—1988; разведочные работы на Мутновском месторождении парогидротерм: 28 — Охупкин В. Г., 1981—1983; 29 — Блукке П. П., 1984—1988; поисковые и разведочные работы на строительные материалы: 30 — Валов М. Г., 1965; 31 — Кобылкин М. Ф., 1962—1963; 32 — Козовая Т. В., 1981; 33 — Тювин А. В., 1982; 34 — Попов В. Н., 1984; 35 — Козовая Т. В., 1985; 36 — Лукьянов В. Н., 1986; 37 — Попов В. Н., 1986—1987; 38 — Попов В. Н., 1987—1988; 39 — Синицкий В. Я., 1984—1987; тематические работы, ГДП-200: 40 — Лопатин В. Б., 1989—1994; 41 — Шеймович В. С., 1990—1993; 42 — Векшин А. А., 1991—1992.

К концу 70-х годов была осознана необходимость зонального картирования вулканических районов. В 1976—1979 гг. были проведены тематические работы, при которых понятие магматический комплекс было применено при картировании вулканических районов. Были высказаны принципы системного подхода к геологическому изучению вулканов и долгоживущих вулканических центров [147]. При этом был установлен плиоценовый возраст ряда субвулканических интрузий, вмещающих золоторудные тела, ранее считавшиеся миоценовыми.

В последние годы геологическое изучение территории проводилось с целью расчленения стратифицированных и магматических образований для создания карт масштабов 1 : 50 000 и 1 : 200 000 нового поколения. Оно шло в двух направлениях: 1) уточнение стратиграфической схемы Е. А. Лоншакова для кайнозойских вулканотерригенных толщ и 2) расчленение вулканических образований с выделением вулканических комплексов. Задачи решались в период 1989—1993 гг. Южно-Камчатским отрядом (начальник партии В. Б. Лопатин) и Авачинской партией (начальник партии В. С. Шеймович). Первая группа проводила стратиграфические работы с целью создания рабочей опорной легенды для Госгеолкарты-50, а вторая занималась геологическим доизучением территории (ГДП-200) для составления Госгеолкарты-200 листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII.

В 1991—1992 гг. значительная часть акватории в пределах границ листов изучалась комплексом геолого-геофизических методов [74]. В результате были составлены литологическая схема донных осадков, батиметрическая и геоморфологическая карта масштаба 1 : 200 000, проведены магнитные, гравиметрические исследования.

На обнаруженных при ГСР-200 и ГСР-50 золото-серебряных проявлениях были проведены поисково-разведочные работы, в результате которых в бассейнах рек Асача [69], Мутновская [133, 134], Вилюча [99, 109] и в истоках р. Паратунка [111, 90] были выявлены месторождения Асачинское, Мутновское, Родниковое. На протяжении 1986—1994 гг. в Южно-Быстринском хребте велись ревизионные и поисковые работы с целью выявить благоприятные признаки рудной золотоносности [90].

К региональным работам, проведенным в позднейшие годы, относится гидрогеологическая съемка масштаба 1 : 200 000 листа N-57-XXI в 1987—1991 гг. [89].

После мелкомасштабных аэромагнитной [132] и гравиметрической [70] съемок с 1969 по 1985 г. выполнялись (рис. 2) аэромагнитная съемка масштаба 1 : 50 000, гравиметрическая съемка масштаба 1 : 200 000 и аэрогамма-спектрометрическая съемка масштаба 1 : 50 000 [63, 84, 85, 103, 128]. Позднейшие региональные гравиметрические работы обобщены С. Е. Апрельковым и О. Н. Ольшанской [64]. Ими районировано гравитационное поле, показаны основные аномальные зоны и на основании их интер-

претации выполнено районирование Южной Камчатки. В связи с различной степенью детальности гравиметрических работ имеются случаи несбивки элементов аномалий на смежных листах.

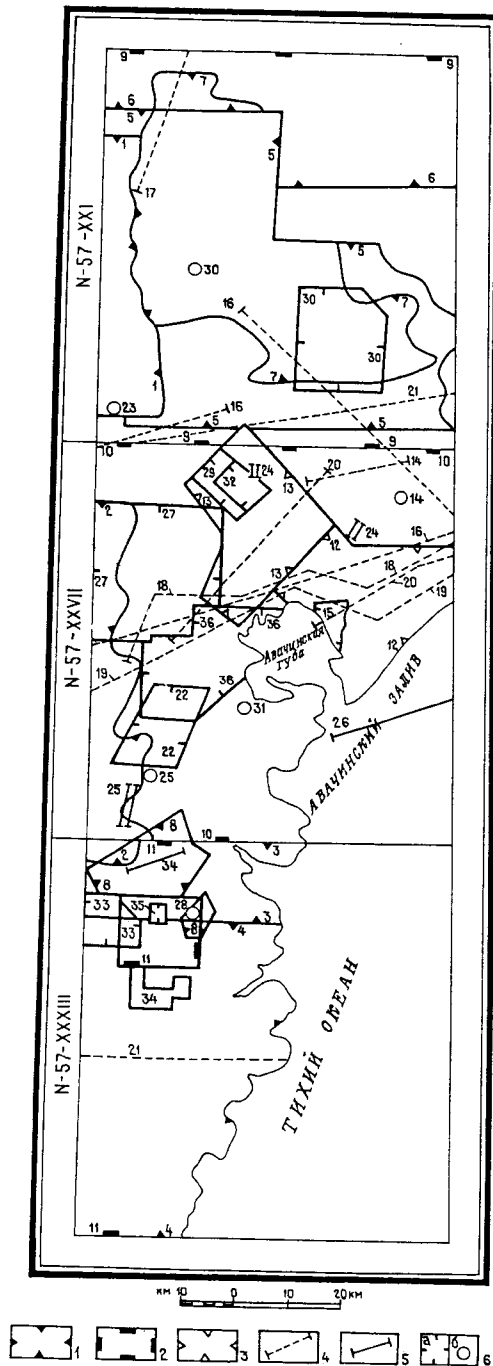
Основная информация о глубинном строении территории получена методом ГСЗ [8, 49]. Между земной корой и мантией была выделена промежуточная зона мощностью до 20 км, которая является прямым отражением активных процессов переработки коры под вулканами.

Комплексная интерпретация сейсмических (метод отраженных волн землетрясений), гравиметрических данных, материалов магнито-теллурического зондирования, полученных во время многолетних исследований Южной Камчатки, проведена В. В. Мишиным [116] по региональным профилям бухта Мутная—пос. Апача и вулкан Опала—р. Вахиль. Эти построения охватывают значительную часть площади наших листов. Геологическое строение рассмотрено до глубины 100 км. Земная кора, мощность которой достигает 50 км, разделена на нижнюю и верхнюю. Проведено плотностное моделирование, выделены вещественные неоднородности в мантии и коре.

На территории проведены также поиски и разведка термальных вод, строительных материалов. Выявлены новые месторождения этих видов полезных ископаемых.

За последние три десятилетия геологические знания о строении района пополнялись данными буровых работ. В районе городов Петропавловск и Елизово были пробурены с инженерно-геологическими целями сотни скважин глубиной менее 100 м под строительство народнохозяйственных объектов [100]. Они позволили уточнить мощность чехла четвертичных рыхлых отложений. Информацию о более древних образованиях несут скважины глубиной более 200 м. Так, в пределах листа N-57-XXVII были пробурены более 50 скважин глубиной от 200 до 500 м, около 40 — глубиной 500—1000 м, 21 скважина — глубиной 1000—1500 м и около 10 скважин — свыше 1500 м. Бурение проводилось с целью поисков термальных вод. Наиболее глубокие Г-1 — 2542 м и № 1 — 3003 м пробурены соответственно в областном центре и у западного подножия вулкана Корякский. Первая пересекает дислоцированные мезозойские отложения, прорванные кайнозойскими субвулканическими телами, вторая — вскрыла мезозойский фундамент на глубине 1000 м от поверхности под четвертичными и плиоценовыми отложениями и прошла по меловым образованиям около 2 км [95, 100]. Буровыми работами подтверждена блоковая структура района.

Десятки скважин были пробурены в 80-е годы при разведке парогидротерм Мутновского месторождения и на участках золоторудных проявлений Родниковое и Мутновское [99, 109, 121, 133, 134]. Скважины пройдены до глубины 2000 м; они подтвердили глубинность корневых систем вулканических комплексов, которые пересекают вулканогенно-осадочные и вулканогенные отложения.



Наименее изучена на глубину территория листа N-57-XXI, где пройдено всего несколько скважин глубиной до 600 м. Можно лишь отметить, что на указанной глубине в районе устья р. Китхой (долина р. Авача) не встречено нижнемиоценовых отложений [89]. Основной единицей картирования вулканических районов явился вулканический комплекс [42]. Вулкано-плутонические ассоциации [42] выделяются нами при совместном рассмотрении вулканических и плутонических образований, связанных структурно и генетически. Вулканические комплексы объединены в региональные магматические формации, которые рассматриваются [42] как сообщества вулканических комплексов, образующихся в сходной обстановке.

Легенда к геологической карте создавалась по зональному принципу с выделением по возрастным срезам геологических районов, которые характеризуются однотипным разрезом осадочных и вулканогенно-осадочных отложений и пространственной связью с ними одновозрастных вулканических и гипабиссальных интрузивных образований. Фрагментарные выходы доверхнемеловых образований условно отнесены к Ганальскому району. Разнотипные верхнемеловые отложения приурочиваются к Кавычинскому и Петровско-Авачинскому районам. Представляющие собой фрагменты Восточно-Камчатского прогиба и Курило-Юж-

Рис. 2. Картограмма геофизической изученности листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII (составлена по картам геофизической изученности Камчатского территориального геологического фонда).

1 — границы аэромагнитной и аэрогамма-спектрометрической съемки м-ба 1 : 50 000; 2 — границы гравиметрической съемки м-ба 1 : 200 000; 3 — границы гравиметрической съемки м-ба 1 : 100 000; 4 — линии сейсморазведочных профилей; 5 — линии электро- и магниторазведочных профилей; 6 — участки электро- и магниторазведочных работ (а — в масштабе картограммы, б — вне-масштабный знак); аэромагнитной съемкой м-ба 1 : 200 000 вся площадь (Ривош Л. А., 1958).

Цифровые обозначения (авторы и годы работ): аэромагнитная съемка м-ба 1 : 50 000: 1 — Семенов Е. М., 1969; 2 — Семенов Е. М., 1971; 3 — Семенов Е. М., 1974; 4 — Семенов Е. М., 1975; 5 — Семенов Е. М., 1979; 6 — Поликарпов С. К., 1984—1985; аэрогамма-спектрометрическая съемка м-ба 1 : 50 000: 7 — Воронин В. А., 1980—1981; 8 — Воронин В. А., 1983—1984; гравиметрическая съемка м-ба 1 : 200 000: 9 — Попова В. Ф., 1979—1980; 10 — Ковтунов И. Е., 1979—1980; 11 — Аведисян В. Н., 1978; гравиметрическая съемка м-ба 1 : 100 000: 12 — Декин Г. П., 1961; 13 — Супруненко О. Н., 1962; сейсморазведочные работы: 14 — Балеста С. Т., 1969; 15 — Шаралов В. Г., 1974; 16 — Аносов Г. И., 1976; 17 — Портнов А. Н., 1975—1976; 18 — Портнов А. Н., 1979—1980; 19 — Пак Г., 1980—1982; 20 — Пак Г., 1982—1984; 21 — Пак Г., 1986—1987; магнито- и электроразведочные работы: 22 — Зайцев И. М., 1965; 23 — Ардашев В. В., 1965; 24 — Иванов В. А., 1969; 25 — Князятв Ю. С., 1970; 26 — Есенина А. Д., 1972; 27 — Евтихов И. В., 1977—1979; 28 — Конякин Ю. П., 1975—1980; 29 — Задирай А. В., 1981—1982; 30 — Дубровин В. В., 1979—1984; 31 — Серeda В. В., 1982—1984; 32 — Нурмухамедов А. Г., 1982—1984; 33 — Белоусов С. П., 1984—1986; 34 — Белоусов С. П., 1986—1987; 35 — Шварц Я. Б., 1987; 36 — Сысоев Б. К., 1987—1988.

нокамчатской островной дуги, Жупановский и Паратунско-Асачинский районы объединяют палеоген-миоценовые образования. Формирование плиоцен-четвертичных преимущественно вулканогенных образований и активных ныне вулканов происходило в крупных вулканотектонических зонах: в Курило-Южнокамчатской (Южно-Камчатский район), Восточно-Камчатской (Южно-Валагинский район) и разделяющей их шовной зоне (Авачинский район). В каждом из этих районов вулканогенные образования имеют свои особенности вещественного состава и пространственного размещения.

60 % территории листа N-57-XXI закартированы в масштабе 1 : 50 000 в последнее десятилетие [73, 144]. Площадь листа N-57-XXXIII полностью покрыта съемкой масштаба 1 : 50 000 [111, 141], собран большой аналитический материал. Основная часть геологосъемочных работ масштаба 1 : 50 000 на площади листа N-57-XXVII проведена около 20 лет назад, а на значительной части его территории (примерно 20 %) площадные исследования не проводились более 40 лет.

Геологическая карта составлена на основании материалов геологического доизучения, проводившегося в 1989—1993 гг., обобщения и переинтерпретации материалов ГСР-50. ГДП-200 проводилось опорно-каркасным методом на участках, не затронутых ГСР-50, на площадях, требующих дополнительных исследований.

Геологические материалы по шельфу Авачинского залива имеют рекогносцировочный характер и охватывают не всю акваторию в границах листов.

При подготовке карт к изданию использовались космоматериалы масштабов 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 1 000 000 съемки 80-х годов. Снимки хорошего, удовлетворительного и плохого качества, выполненные в черно-белом и цветном (спектрозональном) вариантах. Группой фирмы НИКОТЕХ (Санкт-Петербург) во главе с И. К. Рундквист при помощи новых методов, разработанных во ВНИИКАМ, комплексированием морфометрического анализа топокарт и дешифрированием космических снимков масштабов от 1 : 200 000 до 1 : 10 000 000 проведен геодинамический анализ территории листа N-57-XXVII.

Все аэрофотоматериалы (использовались снимки масштабов 1 : 45 000—1 : 50 000 и 1 : 20 000) были представлены в черно-белом варианте. Дешифрируемость геологического строения доплейстоценовых толщ и вулканических комплексов плохая.

Оценка перспектив района базировалась на работах, выполненных к 1.01.1996 г. Геолого-экологические карты и очерк вобрали в себя материалы научной группы Института вулканической геологии и геохимии ДВО РАН [27, 28, 29, 37, 38, 39]. Использована также Экологическая карта масштаба 1 : 50 000 Петропавловск-Камчатского агропромышленного района [140].

Составительские работы по упомянутым листам выполнялись в 1992—1996 гг. начальником партии В. С. Шеймовичем, геоло-

гами И. М. Панфиловой, А. Я. Дмитришиным, Ю. А. Бурмаковым, С. В. Хацкиным, Н. А. Родных, техником-геологом О. И. Камзоловым.

В определении органических остатков, в проведении химических и спектральных анализов, в описании шлифов принимали участие лаборатории и подразделения ПГО «Камчатгеология». Радиологические анализы проводились в лабораториях ИГЕМ РАН и ГИН РАН научными сотрудниками М. И. Карпенко и Д. И. Головиным. Примененная ими методика позволила снизить уровень фонов и надежно измерить малые содержания радиогенного аргона. Точность определений контролировалась периодическими измерениями эталонных проб и изотопного состава атмосферного аргона. Использовано более 60 определений радиологического возраста. Среди них преобладают К-Аг определения. По гранитоидам Ахотенского массива получена Rb-Sr изохрона, для плиоцен-плейстоценовых и голоценовых вулканитов использованы результаты калий-аргоновых, уран-ториевых, радиоуглеродных и палеомагнитных определений.

Принципиально важные результаты получены палеонтологами КПСЭ ПГО «Камчатгеология» Л. Н. Коновой, Е. А. Тищенко, микропалеонтологом Р. М. Мясниковой, палинологом З. Ш. Соколовой, диатомистами Л. М. Долматовой и С. П. Озорниной, палеоботаником Г. Б. Чигаевой. Анализ палеомагнитных данных проводили Р. И. Ремизовский (ПГО «Камчатгеология») и В. В. Герник (ВСЕГЕИ). Графические материалы вычерчены старшим техником-картографом И. А. Ташлинской и техниками-картографами Н. М. Леонской и Г. И. Вечкановой. Для характеристики особенностей химизма использовались классификационные диаграммы А. А. Маракушева, О. Н. Волынца [1]. При корреляции химических составов использовался метод условных средних при линейных интерполяциях [10].

Естественно, что геологические границы листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII не совпадают по контурам и содержанию с границами Госгеолкарты-200 старого поколения смежных с запада, севера и юга листов [9, 11, 25, 57, 59]. Несовпадение границ геологических карт листов N-57-XXI и N-57-XXII [33] связано с различными объемами выделенных вулканических комплексов. Так, плиоценовый китхойский вулканический комплекс листа N-57-XXI соответствует гаванскому и китхойскому комплексам листа N-57-XXII. Плейстоцен-голоценовый дзэндзурский комплекс на смежной площади является небольшой частью купольного вулканического комплекса листа N-57-XXI.

Работы проводились в период подготовки инструктивных материалов для создания Госгеолкарты-200 нового поколения, но в целом представленные материалы составлены в соответствии с «Инструкцией по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты РФ масштаба 1 : 200 000» (1995), Петрографическим и Стратиграфическим кодексами издания 1995 г.

СТРАТИГРАФИЯ

В разделе рассмотрены осадочные и вулканогенно-осадочные отложения мезозойско-кайнозойского возраста, освещается комплекс рыхлых четвертичных отложений различного генезиса. Здесь же приводится описание домезозойских метаморфических образований, генезис и возраст которых не вполне ясен. Продукты кайнозойской вулканической аккумуляции, участвующие в строении вулканических комплексов, характеризуются в гл. «Магматизм».

ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ГРУППА (?)

Ганальский район

ГАНАЛЬСКАЯ СЕРИЯ (PR?gn)

К серии отнесены диафторированные плагиогнейсы и амфиболиты, выделенные в истоках ручьев Сумный и Каменистый (притоки р. Вахталка на юго-западе листа N-57-XXI), с площадью выходов не более 1 км². Породы слагают фрагмент деформированной купольной структуры [73]. С ганальской серией в плане совпадает положительное поле ΔT_a со значениями 0—10 мЭ. Поле ганальской серии имеет тектонические ограничения. На юге оно перекрыто неогеновыми эффузивами. Общая мощность серии в пределах листа не более 500 м.

Амфиболиты характеризуются гранобластовой, нематогранобластовой структурой и массивной, гнейсовидной полосчатой текстурой. Сложены они главным образом андезином и роговой обманкой с небольшим количеством кварца, апатита, циркона, сфена и титаномagnetита. Кроме того, отмечаются биотит-кварцевые, пироксеновые и гранатсодержащие амфиболиты. В результате диафтореза они превращаются в амфиболовые сланцы, среди которых выделяются кварцсодержащие и кварц-биотитовые разновидности.

Среди плагиогнейсов наибольшим распространением пользуется биотитовая разновидность. Это средне-крупнозернистые, лейко-мезократовые породы с лепидогранобластовой структурой и гней-

совидной линзовидно-сланцевой текстурой. В них наблюдается чередование прослоек и линзовидных обособлений кварц-полевошпатового состава, иногда обогащенных биотитом. Преобладающими минералами являются плагиоклаз № 20—30 (30—50 %), кварц (30—40 %), биотит. Встречены силлиманит-биотитовые, двуслюдяные, гранатсодержащие плагиогнейсы. Породы часто мигматизированы.

Большая часть амфиболитов является парапородами, меньшая — ортопородами [73].

Средняя плотность пород серии 2,89 г/см³, среднее значение магнитной восприимчивости 193×10^{-6} ед. СГС.

Наиболее достоверно определяют их возраст в интервале 1800—2050 млн лет данные, полученные по цирконам термоионным Rb-Rb методом [34].

СТЕНОВАЯ СЕРИЯ (PR?st)

Образования серии, сложенные в разной степени метаморфизованными породами: эпидот-хлорит-биотит-альбит-кварцевыми, альбит-хлорит-эпидотовыми, альбит-актинолитовыми зелеными сланцами, филлитами, филлитовидными сланцами, закартированы в междуречье руч. Каменистый—р. Вахталка и на левобережье р. Вахталка. Общая площадь выходов около 20 км². В пределах изученной площади кровля и подошва толщи не наблюдались. Отсутствие маркирующих горизонтов затрудняет изучение разреза серии. В средней и верхней частях отмечаются фрагментарно пачки филлитов. Закономерностей в распределении фаций различно метаморфизованных пород нет.

Обнаженность серии плохая, специфические дешифровочные признаки для нее не характерны. На карте аномального магнитного поля для нее типичны отрицательные слабодифференцированные аномалии.

Фрагмент разреза толщи отражает однородность ее состава*:

	м
1. Сланцы плагиоклаз-кварц-эпидот-биотитовые, серовато-зеленые, плосчатые, мезократовые	89
2. Сланцы бластопорфировые эпидот-хлорит-биотит-альбит-кварцевые, зеленые	107
3. Сланцы альбит-эпидот-актинолитовые, травяно-зеленые	62
4. Сланцы плагиоклаз-хлорит-эпидот-актинолитовые, серовато-зеленые, полосчатые	15
5. Сланцы, аналогичные слою 3	15

Мощность фрагмента толщи 288 м.

* Здесь и далее описание разрезов дочетвертичных образований приводится снизу вверх.

Для толщи характерен метаморфизм эпидот-амфиболитовой фации. В отдельных блоках, тяготеющих к верхам разреза, наблюдается переслаивание сланцев более низких ступеней метаморфизма: альбит-кварц-серицит-хлоритовые, кварц-альбит-серицит-хлоритовые, альбит-биотит-эпидот-хлоритовые. Для них типичны микрогранобластовые, лепидогранобластовые структуры. Встречаются сланцы с бластопорфировыми и порфиробластовыми структурами.

Породы эпидот-амфиболитовой фации, представленные преимущественно плагиоклаз-эпидот-амфиболовыми разновидностями, отличаются более кристаллическими структурами и отсутствием реликтов первичных структур.

Филлиты — темно-серые до черных породы с микролепидогранобластовой структурой. Они состоят из кварца, олигоклаза, серицита, углистого вещества и рудной пыли. Присутствуют эпидот и лейкоксен.

Общая мощность серии в бассейне р. Вахталка не превышает 1000 м.

Породы стеновой серии, как и породы ганальской серии, отличаются повышенным содержанием меди, пониженным — титана, свинца, бария, никеля, иттрия [73].

В единичных пробах, отобранных из филлитов, обнаружены редкие споры и пыльца мезозойско-кайнозойского облика, которые считаются внесенными [73].

Возраст стеновой серии принимается предположительно протерозойским (?). Однако последние данные допускают возможность более молодого возраста [13].

МЕЛОВАЯ СИСТЕМА

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Киргуропская свита (K_1kg). К свите отнесены фрагментарные выходы дислоцированных вулканитов, обнаженных на площади 1,5 км² на правом берегу Вахталки. Подошва и кровля свиты не вскрыты.

Разрез представлен рассланцованными эффузивами. Наличие в них сохранившихся выделений пироксена, реже плагиоклаза и реликтов порфировой структуры позволяет диагностировать их апоэффузивами основного и среднего состава.

Вскрытая мощность свиты составляет не более 100 м. На метаморфизованных вулканитах и вулcano-терригенных отложениях киргуропской свиты залегают кайнозойские образования левобережья Авачи. Об этом свидетельствуют данные нижних частей разрезов скважин, пробуренных на междуречье Колокольникова—Пиначевская.

Пироксеновые базальтоиды имеют порфировую структуру и микролитовую реликтовую структуру основной массы. Порфировые выделения (до 25 % объема породы) представлены клинопироксеном размером до 2,5 мм. Встречаются единичные вкрапленники плагиоклаза. Пироксены замещены волокнистым амфиболом, бесцветным хлоритом. Основная масса замещена микрокристаллическим агрегатом альбита, эпидота с хлоритом и лейкоксеном.

Плагиопорфировые андезиты с микролитовой структурой основной массы зеленокаменно изменены. Вторичная структура лепидогранобластовая. Вкрапленники (до 30 % объема породы) представлены альбитизированным плагиоклазом размером до 2 мм и темноцветными минералами, нацело замещенными хлоритом, амфиболом и зеленым биотитом. Основная масса сложена альбитом, хлоритом, лейкоксеном, эпидотом, кварцем.

Возраст свиты принимается раннемеловым на основании ее согласного залегания [73] на терригенных отложениях верхнеюрской—нижнемеловой кижученковской свиты, из пород которой выделен (р. Стеновая, за пределами района работ) позднеюрский—раннемеловой комплекс спор и пыльцы. Мощность отложений свиты по данным бурения превышает 200 м.

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Кавычинский район

Тальниковская толща (K_2tl) обнажается в небольших разобренных горстах в верховьях р. Средняя Авача (лист N-57-XXI) с общей площадью выходов не более 12 км². Она сложена терригенными породами: алевролитами, аргиллитами, песчаниками с подчиненным количеством гравелитов, которые находятся в неравномерном флишоидном переслаивании. Основание толщи не вскрыто. С угловым и азимутальным несогласием она перекрыта неогеновыми эффузивами. Фрагмент разреза толщи в истоках р. Денохонок:

	м
1. Флишоидное переслаивание (3—15 см) зеленовато-серых песчаников и черных аргиллитов	25
2. Грубозернистые зеленовато-серые песчаники	2
3. Переслаивание (3—15 см) песчаников и аргиллитов	12
4. Аргиллиты с прослоями до 50 см зеленовато-серых песчаников	4
5. Переслаивание серых мелкозернистых песчаников и черных аргиллитов	14
6. Переслаивание (5—20 см) зеленовато-серых гравелитов, серых песчаников и черных алевролитов	6
7. Переслаивание, аналогичное слою 1	52

Мощность разреза 111 м.

В слое 7 обнаружены остатки фораминифер *Psammosiphonella (Bathysiphon) anglesiaensis* (Crespin), которые, по заключению

Т. И. Таривердиевой, позволяют определить возраст вмещающих слоев поздним мелом [144].

Песчаники и алевролиты состоят из обломков кварца, плагиоклаза, темноцветных минералов, андезитов, вулканического стекла. Цемент пленочный, порово-пленочный, базальный, состоит из агрегата хлорита, кварца, карбоната, гидрослюд.

Аргиллиты имеют пелитовую структуру, полосчатую или пятнистую текстуру. 60 % их объема составляет гидрослюдисто-глинистый агрегат. Около 40 % сложены обломками кварца, плагиоклаза, биотита, пирита. В гравелитах хорошоокатанные обломки представлены андезитами (50—60 % объема). Цемент базальный, песчано-алевритовый.

Мощность толщи около 1000 м.

Петровско-Авачинский район

Никольская толща объединяет вулканогенно-осадочные отложения, распространенные на территории, прилегающей с востока к Авачинской губе и по правобережью р. Авача (лист N-57-XXVII). Ее образования вскрыты скважинами у подножия Авачинско-Корякской группы вулканов и в днищах долин в нижних течениях Авачи и Паратунки. Толща подразделяется на две подтолщи: нижнюю — осадочную и верхнюю — вулканогенно-осадочную.

Нижняя подтолща ($K_2?nk_1$) представлена переслаиванием зеленых сланцев, глинистых и кремнистых сланцев, слабометаморфизованных песчаников, алевролитов и аргиллитов. Общая площадь их выходов едва превышает 20 км². Породы смяты в крутые изоклинальные складки, тонко рассланцованы и нередко гофрированы. Складки осложнены тектоническими нарушениями, по которым породы пронизаны кварцевыми жилами и прожилками мощностью до 20 см.

По р. Половинка преобладают углисто-глинистые сланцы, среди которых отмечены прослой кварц-хлорит-серицит-эпидотовых сланцев. Мощность отдельных прослоев 0,5—10 см. Мощность подтолщи на р. Половинка составляет 400 м. По правобережью Авачи вблизи г. Елизово, в нижней части разреза преобладают серо-зеленые рассланцованные песчаники, в верхней — филлитизированные черные сланцы. В районе г. Петропавловск, в обнажениях горы Толстый Мыс наблюдается чередование сланцев и песчаников. Иногда переслаивание носит флишоидный характер. Приблизительная мощность подтолщи в естественных обнажениях 1400—1500 м.

Отложения подтолщи вскрыты глубокими скважинами. Скважина № 18 на руч. Железный, пройденная до глубины 3003 м, вскрыла переслаивание филлитовидных сланцев, рассланцованных аргиллитов, метаморфизованных песчаников и алевролитов на глу-

бину 1937 м. Они перекрыты толщей пирокластических и вулканогенно-осадочных отложений основного состава предположительно неогенового возраста. Их мощность около 500 м.

Терригенная пачка, сложенная переслаиванием темно-серых, черных аргиллитов, рассланцованных алевролитов, глинистых сланцев, вскрыта скв. 37 [100]. Эти породы от забоя скважины на глубине 2542 м прослежены по восстановлению почти до поверхности, до глубины 108 м. Пачка инъецирована многочисленными телами андезитов, диоритов миоценового (?) возраста.

Верхняя подтолща ($K_2?nk_2$) сложена вулканотерригенными породами: кремнистыми породами, реже глинистыми сланцами, метаморфизованными туфогенными алевролитами, песчаниками, зеленокаменно измененными туффитами, туфами и шаровыми базальтами. Этими породами, окрашенными в зеленые тона, сложены обрывы восточного берега Авачинской губы, сопки Никольская, Раковая. Они согласно перекрывают темно-серые, черные отложения нижней подтолщи. Контакт между ними наблюдался на восточном берегу Култучного озера, в склоне Петровской сопки, где выделяется переходная пачка переслаивания кремнистых и глинистых сланцев мощностью 70 м. Разрез наращивается отложениями обрывов сопки Никольская:

	м
1. Кремнистые, глинисто-кремнистые породы, голубовато-зеленовато-серые с прослоями (1—3 м) зеленовато-серых туфоалевролитов	100
2. Туфоалевролиты с прослоями (3—15 см) буровато-желтых туфов и эпидот-кремнистых пород	30
3. Чередование кремнистых пород грязно-зеленого цвета, туфоалевролитов и буровато-желтых туфов. Мощность переслаивания 0,5—1,5 м	40
4. Туфоалевролиты грязно-зеленого цвета с прослоями кремнистых пород, реже туфов и глинистых сланцев	35
5. Черные кремнистые породы (0,1—2,5 м) с прослоями туфопесчаников (0,2—2,0 см) и буровато-желтых туфов (0,05—0,1 м)	70
6. Пачка кремнистых пород с мощностью слоев 0,5—3,0 м	55
7. Пачка переслаивания грязно-зеленых кремнистых пород, туфоалевролитов, мелкозернистых песчаников	25
8. Кремнистые эпидотизированные породы с редкими прослоями туфоалевролитов, линзами псаммитовых туфов (0,1 м)	75
9. Пачка переслаивания кремнистых пород, туфоалевролитов. Мощность слоев 0,5—2,5 м	40
10. Пачка переслаивания туфопесчаников, туфоалевролитов и кремнистых пород	35
11. Пачка переслаивания кремнистых, хлорит-кремнистых, туфо-кремнистых пород с туфоалевролитами. В верхней части пачки отмечаются два слоя туфопесчаников мощностью 1,0 и 0,6 м	60

Мощность разреза 565 м.

К северу от оз. Култучное в отложениях толщи роль вулканогенных пород заметно возрастает. В обрывах в районе бухты Сероглазка наблюдается разрез:

1. Базальты с офитовой структурой, сильно измененные, состоящие из эпидот-хлорит-лейкоксен-актинолит-альбитового агрегата с реликтами плагиоклаза, пироксена и оливина	85
2. Кремнистые породы зеленовато-серые	5
3. Туфы псаммоалевритовые зеленые расланцованные	122
4. Туфоалевролиты грязно-зеленые с прослоем (6 м) кремнистых пород в нижней части	125
5. Пачка переслаивания зеленовато-серых кремнистых пород и туфоалевролитов	350

Мощность разреза 687 м.

Район горы Раковая площадью около 10 км² сложен преимущественно кремнистыми породами и туфами среднего—основного состава. Вулкано-терригенные отложения имеют резко подчиненное значение. Район разбит многочисленными нарушениями на мелкие блоки. В скальных выходах отмечаются маломощные пачки переслаивания витролитокластических, литовитрокластических туфов преимущественно базальтового состава с псаммопсефитовой, алевропсаммитовой структурой. Встречены редкие тела долеритов, андезитов. Породы пронизаны густой сетью кварц-эпидотовых прожилков. Мощность подтолщи достигает 1500 м.

В целом структура толщи интенсивно нарушена как вертикальными, так и горизонтальными тектоническими движениями, и строение ее окончательно не выяснено.

Встречающиеся в разрезе толщи зеленые сланцы имеют бластопсаммитовую, бластоалевритовую структуры, сохраняя реликты туфовых структур. В наиболее метаморфизованных зонах характерны гранолепидобластовая, лепидонематогранобластовая структуры, сланцеватая, пloyчатая текстуры. Основными минералами, их слагающими, являются альбит, актинолит, эпидот, хлорит, в меньшей степени кварц, гидрослюда, сфен, рудные минералы. Иногда встречаются пумпеллиит, железистый биотит. Аксессуары представлены апатитом, цирконом, сфеном.

Кремнистые породы состоят из агрегата кварца (80—90 %), хлорита, эпидота, пирита, гематита и представляют собой массивные сливные породы различной окраски.

Черные глинистые сланцы также состоят из тонкокристаллического альбит-эпидот-хлорит-слюдистого агрегата и черного непрозрачного вещества. Структура пород бластоалевритовая.

Песчаники и алевролиты — серые, зеленовато-серые породы. Часто они расланцованы, иногда слоистые. В них отмечается «плавающая» галька песчаников, филлитов, сланцев. В составе пород обломки минералов: плагиоклаза, кварца, измененных эффузивов, гранитоидов. В меньшей степени присутствуют клинопироксен, роговая обманка, биотит.

Туфы основного состава, псефитовые, псаммитовые, алевритовые, имеют литокластическую структуру, массивную, слоистую текстуру. Обломочный материал сложен основным стеклом, пи-

М

роксеновыми базальтами, андезитами, кристаллами плагиоклаза, роговой обманки и биотита. В палагонитовых туфах обломки стекла составляют 50—70 %. Цемент пород представлен хлорит-цеолит-глинистым агрегатом.

Пелитовые и алевритовые туфы обнаруживают массивную, полосчатую, иногда сланцеватую текстуру и состоят из кристаллокластов плагиоклаза, кварца, клинопироксена, обломков стекла. Вторичные минералы представлены хлоритом, эпидотом, цеолитами, лейкоксеном, глинистыми минералами.

Присутствуют также туфы щелочного трахитового состава, которые имеют псефитовую кристалловитрокластическую, кристалловитролитокластическую структуры. Часто встречаются агломератовые разновидности с обломками до 0,5 м. Валовой состав туфов соответствует трахитам.

Для базальтов характерна реликтовая порфирировая, лучистоинтерсертальная, толеитовая структуры, массивная, миндалекаменная, сланцеватая текстуры. Выделяются плагиоклаз-пироксеновые и плагиоклаз-оливин-пироксеновые разновидности; первые иногда обогащены пироксеном (до 60 %). Вкрапленники представлены плагиоклазом, клинопироксеном и оливином. Встречаются афировые базальты. Основная масса состоит из новообразованных минералов: альбита, хлорита, актинолита, эпидота и лейкоксена. По химическому составу (табл. 1) они варьируют от низкокальциевых пород до субщелочных.

Средняя плотность пород толщи составляет 2,65 г/см³. Из-за незначительной площади выходов толщина не дает характерных аномалий в геофизических полях.

Возраст никольской толщи проблематичен. Исследователи, коррелирующие ее отложения с образованиями южной оконечности Срединного хребта и его западных склонов, в которых были обнаружены остатки фауны, спор и пыльцы, считают ее возраст позднемиоценовым [5]. Некоторые геологи коррелируют мезозойские образования бассейна Авачинской губы с отложениями валагинской серии [86]. Вместе с тем, вполне возможно, что характеризуемые образования структурно связаны с мезозойскими отложениями Ганальского хребта.

Исследования Б. И. Сляднева в районе горы Толстый Мыс [78] показали наличие в отложениях нижней подтолщи никольской толщи остатков фораминифер плохой сохранности из рода *Bathysiphon* и *Recurvoides*. Л. Н. Вороной определена одна форма *Bathysiphon vitta* Nauss, по которой можно предполагать меловой возраст вмещающих пород. В этих же породах обнаружены споры — *Sphagnum* sp., *Osmunda* sp., *Polypodiaceae*, *Gleichenia*, *Lygodium* sp., пыльца голосеменных — *Ginkgo* sp., *Pinaceae* sp., *Pinus* sp., *Abies* sp., *Cedrus* sp., *Taxodiaceae*, покрытосеменных — *Tricolpites* sp., *Triatriopollenites* sp. По преобладанию спор и пыльцы мешковых голосеменных и особенно присутствию пыльцы покрытосеменных можно предположить меловой возраст вмещающих отложений, но не древнее конца

нижнего мела. На Камчатке подобные спектры с преобладанием спор глейхениевых и сосновых описаны в песчаниковой толще мыса Омгон (верхний мел).

В отложениях никольской толщи, преимущественно в верхней подтолще, обнаружены редкие плохо сохранившиеся радиолярии, споры и пыльца [135]. В четырех пробах из кремнистых сланцев горы Никольская выделены споры и пыльца, в том числе *Selaginella* sp., *Osmunda* sp., *Cibotium* cf. *junctum* K.-M., *Coniferales* sp., *Picea* sp., *Bennetites dilucidus* Volkh., по которым можно предполагать, что возраст пород находится в пределах юра—мел [135]. В связи со сложностью проблемы мы оставляем вопрос открытым и считаем возраст никольской толщи условно позднемеловым. Не исключена, однако, и возрастная разнородность различных блоков.

ПАЛЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

СРЕДНИЙ ЭОЦЕН

Паратунско-Асачинский район

Васильевская толща (P_{2vs}). На территории листов весьма ограниченные по площади (не более 10 км²) выходы васильевской толщи закартированы лишь в двух местах: в междуречье Средний Ручей—руч. Васильевский (лист N-57-XXVII) и на правом борту р. Жировая, в ее нижнем течении (лист N-57-XXXIII). Эти разобщенные выходы отнесены к одной толще на основании био-стратиграфических корреляций.

В разрезе преобладают песчаники и алевролиты, реже встречаются гравелиты, конгломераты, аргиллиты, углистые алевролиты с линзами и линзовидными прослоями углей мощностью от 1 до 30 см. Цвет пород серый до черного. Для них характерно постоянное присутствие растительного детрита, остатков пеллеципод и гастропод, отсутствие вулканического материала, синхронного осадконакоплению. Стратиграфические контакты толщи не наблюдались. Ее выходы ограничены тектоническими разрывами, по которым наблюдается интенсивное брекчирование и милонитизация и по которым она сопряжена с отложениями жировской и мутновской толщ.

Породы васильевской толщи имеют крутонаклонное, часто вертикальное залегание, выдержанное северо-восточное простирание. В нижней видимой ее части в бухте Жировая наблюдается неравномерное чередование алевролитов и песчаников мощностью от 1—10 см до 1 м. В песчаниках и алевролитах отмечены прослои углистых алевролитов, аргиллитов с обилием растительного детрита, отпечатками листьев. На правом берегу р. Жировая обнажаются [111]:

	м
1. Аргиллиты черные тонкослоистые с прослоями углистых мягких алевролитов и линзочками углей мощностью до 1 см	6
2. Алевролиты черные с отпечатками листьев и редкими прослоями углистых аргиллитов	10
3. Аргиллиты черно-серые с прослоями (0,2—0,4 м) углистых аргиллитов	24
4. Алевролиты, подобные слою 2	30
5. Тонкое (3—5 см) переслаивание серых мелкозернистых песчаников и черных алевролитов с детритом	8
6. Алевролиты темно-серые с двумя прослоями (0,3 и 0,4 м) черных аргиллитов	14
7. Алевролиты темно-серые, аналогичные слою 6, с обилием растительного детрита и отпечатками листьев в основании слоя	20
8. Алевролиты черные, аналогичные слою 6	60
9. Алевролиты черные мелкооскольчатые, ожелезненные, с детритом и отпечатками моллюсков, замещенных пиритом	31

Мощность разреза 203 м.

С вышеописанной пачкой пород сопоставляется, по наличию слоев алевролитов с углистыми прослоями, нижняя часть отложений, вскрытых на р. Средний Ручей, где отмечается следующая последовательность напластований [112]:

	м
1. Песчаники серые, буровато-серые среднезернистые, массивные	5
2. Алевролиты с прослоями углей (0,3 м)	1
3. Песчаники серые, буровато-серые с «плавающей» галькой и гравием гранитоидов, кварца, метаморфических сланцев. В верхней части прослои углистых алевролитов	50
4. Алевролиты слоистые с прослоями черных блестящих углей	5
5. Песчаники среднезернистые, плохосортированные с примесью гравийного и алевролитового материала, с «плавающей» галькой и остатками <i>Corbicula snatolensis</i> L. Krisht.	7
6. Песчаники среднезернистые с углефицированными прослоями (до 0,3 м)	50
7. Песчаники среднезернистые с детритом, с линзами углистых алевролитов	10
8. Переслаивание углистых алевролитов (0,3 м) и песчаников (0,7 м)	10
9. Песчаники среднезернистые с прослоями углистых алевролитов и массовыми скоплениями <i>Mytilus</i> ex gr. <i>yokoyamai</i> Slod., <i>Ostrea kirikovi</i> Slod., <i>Crassatellites utchokokensis</i> L. Krisht.	47
10. Песчаники среднезернистые с прослоями гравелитов и мелкогалечных конгломератов мощностью до 20 см, с остатками пеллеципод <i>Corbicula snatolensis</i> L. Krisht., <i>Gari cowlitzensis</i> (Weaver and Palmer)	70
11. Песчаники средне-крупнозернистые с прослоями конгломератов (до 0,5 м). В составе гальки гранитоиды, кварц, сланцы, яшмоиды	40

Мощность разреза 295 м.

В составе песчаников отмечены обломки андезитов, дацитов, кварцитов, сланцев, кварца, плагиоклаза, пироксена, биотита. Окатанность обломков средняя или слабая. Цемент поровый, контактово-поровый, контактовый, редко базальный. Он сложен глинистыми, слюдястыми минералами. Встречен глауконит. Обломки в алевролитах представлены слабоокатанными зёрнами кварца, кис-

лого и среднего плагиоклаза, серицит-кварцевых пород, чешуйками биотита и мусковита. Цемент (около 30 %) глинистый. По нему развиваются лейкоксен и гидроокислы железа.

Мощность васильевской толщи в рассматриваемых блоках превышает 800 м. Ее возраст определяется по комплексу биостратиграфических данных.

На правобережье р. Жировая в слое 7 среди собранных отпечатков листьев Г. Б. Чигаевой определены: *Equisetum arcticum* Heer, *Taxodium* sp., *Trochodendroides richardsonii* (Heer) Kryshl., *Trochodendroides* sp. indet., *Nyssidium* sp., *Platanus* sp. indet. (?), *Ulmus* sp. indet., *Cornus* sp. indet. По ее мнению, эти растительные остатки могут указывать на датско-эоценовый возраст вмещающих их отложений. Возможным возрастным аналогом этих отложений является напанская свита раннеэоценового возраста.

Такие фаунистические остатки в более верхних частях толщи на р. Средний Ручей, как *Ostrea kirikovi* Slod, *Lima* ex gr. *kumasoana* Nagaо, *Mytilus* cf. *yokoyamai* Slod., *Modiolus kovatschensis* L. Krisht., *Crassatellites utcholokensis* L. Krisht., *Corbicula snatolensis* L. Krisht., *Gari cowlitzensis* (Weaver and Palmer), по мнению Л. Н. Коновой [112, 148], представляют собой руководящие и характерные виды снатольского биостратиграфического горизонта Западной Камчатки. В комплексе фаунистических остатков, согласно ее заключению, присутствуют виды, распространенные в эоценовых отложениях Северо-Западной Америки и Японии.

В той же части разреза обнаружены остатки фораминифер плохой сохранности, среди которых Р. М. Мясниковой определены: *Reophax* cf. *tappuensis* Asano, *Haplophragmoides* sp. indet., *H.* cf. *spadix* V. Kuzn., *H.* cf. *laminatus* Volosh., *Cyclamina* sp. indet. и др. По ее мнению, можно предположить, что верхняя часть васильевской толщи может быть позднеэоценового—раннеолигоценового возраста.

Нами возраст васильевской толщи принимается среднеэоценовым, согласно Л. Н. Коновой [112].

ВЕРХНИЙ ЭОЦЕН

Пресновская толща (P_{2pr}). Вулканогенно-осадочные отложения толщи обнажаются на ограниченной площади разобобщенных участков, а также вскрыты скважиной у юго-восточного подножия Козельского вулкана. Наиболее крупный участок площадью около 100 км² закартирован в бассейнах рек Большой и Малый Вилюй, а также озер Большой Вилюй и Пресное (лист N-57-XXVII). Небольшие выходы толщи (менее 1 км²) закартированы в бассейне р. Правая Асача (лист N-57-XXXIII).

Разрез сложен туфоалевролитами, туфопесчаниками, туффитами, туфогравелитами среднего и кислого состава. Подошва толщи вскрыта лишь в скв. 29 [148] на площади листа N-57-XXVII в его

северо-западной части. Здесь под туфопесчаниками пресновской толщи залегают метаморфизованные алевролиты нижней подтолщи никольской толщи. Мощность пресновской толщи в скважине не менее 100 м; выше залегают, судя по остаткам пелеципод, олигоцен-нижнемиоценовые отложения вичаевской серии. В естественных обнажениях соотношения толщи с подстилающими и перекрывающими отложениями не наблюдались. Максимальная мощность толщи отмечается в районе оз. Пресное. Обобщенный разрез толщи:

	м
1. Переслаивание псефитовых и псаммитовых туфов, туфоалевролитов (до 10 см). В нижней части пачки встречены пласты среднезернистых туфопесчаников мощностью до 5 м, а в верхней и средней частях отмечены единичные прослои туфоалевролитов (от 0,2 до 2 м)	180
2. Переслаивание туфогравелитов, туфопесчаников с редкими прослоями туфоалевролитов (до 2 м)	70
3. Пачка туфоалевролитов с прослоями и линзами грубозернистых туфопесчаников и туфогравелитов (до 0,4 м), псаммитовых и псефопсаммитовых туфов (до 1,5 м). В туфоалевролитах встречены остатки пелеципод и отпечатки листьев	125
4. Пачка переслаивания (до 4 м) туфоалевролитов, туфопесчаников, туфогравелитов, псаммитовых туфов. Породы имеют дацитовый состав, светло-серый цвет. В них встречаются редкие остатки пелеципод и отпечатки листьев	55

Мощность разреза 430 м.

Нижняя часть толщи (слои 1 и 2 вышеприведенного разреза) характеризуется следующим переслаиванием, которое наблюдалось на северном берегу оз. Большой Вилюй:

	м
1. Туфогравелиты буровато-серые со скорлуповатой отдельностью	8
2. Туфоалевролиты светло-бурные	1,5
3. Туфогравелиты пестрые, серовато-желтые	7
4. Туфоалевролиты светло-бурные	2
5. Туфы псефитовые, переходящие в туфогравелиты	3
6. Туфы псефитовые с редкими слабоокатанными обломками андезитов	2
7. Туфоалевролиты	1,5
8. Туфы псефитовые с линзами (0,2×1,2 м) туфоалевролитов	2,5
9. Туфы псефитовые со скорлуповатой отдельностью	21,5
10. Туфоалевролиты светло-желтые	1,8
11. Туфогравелиты с обломками андезитового состава	1,6
12. Туфоалевролиты зеленовато-серые	0,9
13. Ритмичное переслаивание псефитовых туфов (мощность их слоев от 1 до 3,5 м) и туфоалевролитов (0,4—1,2 м) с редкими прослоями псаммитовых туфов. Для пачки характерны белесые тона, кислый состав	21,5
14. Туфы псефитовые, фациально замещаемые туфогравелитами, зеленовато-бурные	6,0
15. Туфоалевролиты светло-серые с углефицированным прослоем (0,1 м), обогащенным детритом	0,2
16. Туфы псефитовые, буровато-серые с обломками андезитов величиной от 3—5 до 20 см	7,0
17. Туфы псаммитовые буровато-серые	2,5

Мощность разреза 90,5 м.

Средняя часть разреза толщи (слой 3 обобщенного разреза) характеризуется переслаиванием, наблюдаемым на северо-восточном берегу оз. Большой Виллой:

	м
1. Туфоалевролиты светло-серые с двумя линзовидными прослоями пепловых туфов	3,8
2. Грубое неритмичное переслаивание туфоалевролитов, туфогравелитов и псефосаммитовых туфов. Мощность слоев от 0,2 до 1,8 м	3,5
3. Ритмичное переслаивание туфоалевролитов и псефосаммитовых туфов. Мощность переслаивания 0,2—0,5 м	2,2
4. Грубое переслаивание, аналогичное слою 2	4,9
5. Ритмичное переслаивание, аналогичное слою 3	3,0
6. Туфоалевролиты	1,2
7. Туфы псефитовые	1,5

Мощность пачки 27,4 м.

Верхняя часть разреза толщи (слой 4) характеризуется переслаиванием отложений, наблюдаемых в обрывах оз. Пресное:

	м
1. Туфоалевролиты фисташково-зеленые	1,2
2. Туфопесчаники неравномернозернистые серые	1,4
3. Туфы псефосаммитовые белые кислого состава с линзами (0,6—0,8)×1,5 м мелко-среднезернистых туфопесчаников и туфогравелитов с отпечатками пелеципод	4,3
4. Линзовидное переслаивание (0,1—0,2 м) мелкозернистых туфопесчаников и светлых псаммитовых туфов	1,5
5. Туфоалевролиты буровато-желтые с гнездами пеплового материала и отпечатками пелеципод	3,9
6. Туфоалевролиты желтовато-серые с линзами 0,4×2,5 м псаммитовых туфов	2,2
7. Туфоалевролиты серые	0,7
8. Туфы псаммитовые белые	1,8
9. Туфоалевролиты параллельнослоистые. Чередуются слои (0,2—0,5 м) серого, буровато-серого цвета	3,7

Общая мощность пачки 20,3 м.

Туфогравелиты сложены слабоокатанными обломками эффузивов размером от 1 до 3 мм. Присутствует (15—20 %) заполняющий песчаный материал псаммитовой размерности. Среди обломков пород чаще всего встречаются основные массы пироксеновых андезитов, реже андезибазальтов. Не менее 10—15 % объема породы составляют обломки пемз. Единичны обломки дацитов. В песчаной фракции, кроме обломков эффузивов, встречаются обломки кристаллов плагиоклаза и клинопироксена. Обломки пород замещены тонкодисперсным железо-глинистым агрегатом минералов. Поры выполнены монтмориллонитом. Цемент поровый, цеолитовый.

Туфопесчаники имеют структуру от мелко- до грубозернистой, окатанность обломков плохая. В их составе пироксеновые андезиты, диорит-порфириты, пемза, обломки кристаллов плагиоклаза, пироксенов, реже биотита, роговой обманки. Изредка встречаются обломки осадочных пород. Цемент базальный и контактовый, по

составу — глинистый с гидроокислами железа, карбонатный. Отмечены остатки диатомей и фораминифер.

Туфоалевролиты по составу обломков близки к туфопесчаникам. Цемент глинистый с пятнистым распределением гидроокислов железа.

Туфы имеют структуру от алевритовой до псефитовой, а по составу обломков среди них выделяются кристаллокластические, витрокластические, литовитрокластические породы. В составе обломков отмечены андезиты, дациты, пемзы, пепел, диорит-порфириты, кристаллы плагиоклаза, кварца, роговой обманки, биотита, рудного. Цемент контактовый, пленочный, хлорит-глинистый, нередко цеолитизированный и ожелезненный.

В отложениях толщи собрана большая коллекция остатков пелеципод и гастропод удовлетворительной и плохой сохранности, среди которых определены: *Acila pugetensis* (Clark), *Yoldia cerasata* Slod. var. *kurta* L. Krisht., *Y. ex gr. transvena* L. Krisht., *Y. multidentata* Khom., *Malletia cf. kamtschatica* L. Krisht., *Variamusium cf. pillarensis* Slod., *Periploma korniana* L. Krisht., *P. cf. totschiensis* L. Krisht., *Nemocardium lorenzanum* (Arnold), которые характерны для ковачинского горизонта Западной Камчатки (поздний эоцен).

Немногочисленные отпечатки листьев, собранные по берегам озер Большой Виллой и Пресное, имеют хорошую сохранность и принадлежат хвойным деревьям — *Thuja* sp., *Pinus* sp., *Cunninghamia sinelnikovae* Cheleb., *Sciadopytys* sp. (?) и широколиственным — *Fagus*, *Populus*. Находки таких родов, как зонтичная сосна *Sciadopytys* sp. и вида *Cunninghamia sinelnikovae* Cheleb., по мнению Г. Б. Чигаевой, встречены пока исключительно в палеогеновых отложениях кинкильской, снатольской и ковачинской свит (эоцен).

Спорово-пыльцевой спектр в отложениях серии весьма скуден и обнаружен в единичных пробах. Среди голосеменных встречены ель, сосна, таксодиевые, а среди покрытосеменных повышена роль теплолюбивых, что не противоречит эоценовому возрасту вмещающих отложений.

Исследование остатков диатомей в породах толщи (по данным Л. М. Долматовой) показывает их принадлежность к двум возрастным группам. Первая, малочисленная, представлена ядрами и створками плохой сохранности. Они принадлежат в основном умеренно тепловодным, неритическим формам, существовавшим в палеогене и очень редко встречающимся в неогене. Другая, преобладающая, группа представлена неритическими высокоборельными видами, существовавшими в миоцене, а присутствие индекса-вида *Denticulopsis lauta* позволяет отнести их к зоне *Denticulopsis lauta* (15,9—14,9 млн лет). Эти данные противоречат выводам по ранее приведенным исследованиям коллекций макрофауны, макрофлоры и диатомовых водорослей первой группы. Однако они согласуются с данными, полученными Р. М. Мясниковой,

которая исследовала фораминиферы пресновской толщи. По ее мнению, они принадлежат к глубоководному комплексу, характеризуют среднюю зону батиаля и состоят в основном из агглютинирующего бентоса. Здесь определены: *Spirosigmoilinella compressa* Matsunaga, *Cyclammina praecancellata* Volosh., *C. pilvoensis* Volosh., *Haplophragmoides indentatus* Volosh., *H. renzi* Asano, *Martinottiella bradyana* (Cushman), *Plectina nipponica* Asano и др., свойственные миоценовым ильинской и какертской свитам Западной Камчатки, пильской свите Северного Сахалина, свите мыса Плоский о. Карагинский.

Возраст пресновской толщи принимается позднеэоценовым на основании определений главным образом остатков пелеципод. Толща сечется субвулканическими телами завойковского комплекса.

Мощность пресновской толщи превышает 450 м.

ПАЛЕОГЕНОВАЯ И НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМЫ

ВИЧАЕВСКАЯ СЕРИЯ

Объединяет вулканогенно-осадочные отложения жировской (олигоценовой) и мутновской (олигоцен-миоценовой) толщ.

Олигоцен

Жировская толща (P₃žr). Вулканогенно-осадочные отложения толщи распространены в бассейнах рек Паратунка, Жировая, Вилюча и Асача (листы N-57-XXVII и XXXIII). Она обнажается в пространственно разобщенных тектонических блоках, не образуя крупных полей. Общая площадь ее выходов не превышает 200 км². Отложения смяты в складки и имеют довольно крутые залегания — до 60°.

Подошва толщи на площади работ не наблюдалась. С более древними стратонами она сопряжена по тектоническим контактам. Кровля ее закартирована [111] на правобережье Мутновской и по левобережью Асачи в хр. Пемзовый. Разрез сложен туфоалевролитами с прослоями мелкозернистых туфопесчаников, белесых туффитов и туфов, на которых согласно залегают мощные мелко-среднезернистые массивные туфопесчаники с прослоями туфогравелитов мутновской толщи.

На правобережье нижнего течения Мутновской вскрывается наиболее полный разрез толщи. Его нижнюю часть слагают:

- | | |
|--|----|
| 1. Туфоалевролиты и туффиты алевритовые черные, очень крепкие, цеолитизированные и пиритизированные с конкрециями мергеля, в которых встречены отпечатки <i>Yoldia</i> ex gr. <i>takaradaiensis</i> L. Krishn. | 28 |
|--|----|

- | | |
|--|----|
| 2. Туфоалевролиты черные с прослоями (0,2—0,3 м) светло-серых алевритовых туфов | 6 |
| 3. Туфы псаммитовые темно-серые цеолитизированные, переходящие вверх по разрезу в псаммопсефитовые массивные зеленого цвета | 12 |
| 4. Туфогравелиты зеленовато-серые массивные, очень крепкие. В составе обломков андезиты, кварц, зеленые сланцы | 8 |
| 5. Туфоалевролиты темно-серые, переслаивающиеся с мелкозернистыми туфопесчаниками. В породах остатки пелеципод и обугленный детрит | 72 |
| 6. Туфопесчаники мелкозернистые с прослоями туфоалевролитов с отпечатками фауны | 79 |
| 7. Туфоалевролиты с многочисленными отпечатками пелеципод | 8 |
| 8. Туфогравелиты, аналогичные слою 4. В их кровле прослой пелитовых туфов мощностью 1,2 м | 5 |
| 9. Грубое переслаивание серых, зеленовато-серых, черных туфоалевролитов мощностью от 2 до 5 м с обилием отпечатков моллюсков | 36 |
| 10. Туфопесчаники темно-серые тонкозернистые с прослоями (0,1—0,2 м) светлых алевритовых туфов | 10 |
| 11. Туфоалевролиты | 7 |
| 12. Переслаивание алевритовых туфов (0,4 м), псефитовых туфов (2 м) и туфоалевролитов, содержащих многочисленные остатки фауны | 60 |

Мощность разреза 339 м.

Средняя часть разреза в этом районе плохо обнажена. Судя по спорадическим обнажениям, она сложена туфами среднего состава с псаммитовой и псефопсаммитовой структурами с редкими прослоями туфопесчаников и туфоалевролитов. Ее мощность на южном берегу бухты Жировая 370 м. Из них туфы составляют 50 %.

Верхняя часть разреза толщи наблюдалась на правобережье верхнего течения р. Мутновская, где обнажаются:

- | | |
|---|----|
| 1. Туфопесчаники среднезернистые серые, буровато-серые | 6 |
| 2. Туфы псаммопсефитовые пемзокластические желтые | 1 |
| 3. Туфопесчаники мелко-среднезернистые темно-серые с прослоями (5—10 см) темно-серых туфоалевролитов; в верхней части пачки отпечатки раковин и растительный детрит | 64 |
| 4. Грубое переслаивание (0,4—3 м) темно-серых туфопесчаников и туфоалевролитов. В основании слоя массовые скопления остатков пелеципод | 45 |
| 5. Туфопесчаники мелко-среднезернистые темно-серые с прослоями алевритовых туффитов (5—10 см) и линзами (0,5×1 м) ракушечных песчаников | 20 |
| 6. Переслаивание алевритовых туффитов, зеленовато-серых (0,4—0,8 м), белесых пемзокластических туфов с псаммопсефитовой и алевропелитовой структурами | 25 |
| 7. Туфоалевролиты темно-серые с прослоями (0,1—0,2 м) псаммитовых туффитов и туфопесчаников | 50 |
| 8. Туфы псаммитовые с прослоями алевропсаммитовых | 8 |
| 9. Туфоалевролиты темно-серые с прослоями белесых алевропсаммитовых туффитов (0,2—0,4 м) и мелкозернистых туфопесчаников с отпечатками фауны | 33 |

Мощность разреза 252 м.

Выше слоя 9 согласно залегают туфопесчаники, отнесенные [111, 112] по палеонтологическим данным к мутновской толще.

Во всех частях охарактеризованной выше толщи собрана коллекция остатков фауны (см. ниже), позволяющая датировать возраст толщи олигоценом.

Сходный по составу фрагмент толщи — переслаивание туфоалевролитов, туфопесчаников и туфов мощностью более 600 м наблюдался на правом берегу р. Вичаевская. Здесь также отмечено согласное перекрытие ее отложений мутновской толщей, контакт с которой установлен по смене фаунистических комплексов. Основание толщи не вскрыто. Найденные в хр. Пемзовый среди туфопесчаников валуны мусковитовых гранитов и амфиболитов, возможно, свидетельствуют о близости основания кайнозойских отложений.

Отложения жировской толщи в бассейне р. Паратунка (лево-бережье р. Левая Быстрая) отличаются от вышеописанных меньшим содержанием вулканической составляющей. В истоках руч. Васильевский толща имеет следующее строение [112]:

1. Песчаники мелко- и среднезернистые, зеленовато-серые с линзами и прослоями грязно-зеленых гравелитов (5—7 см), темно-серых алевролитов (до 0,4 м). В кровле — слой отпечатков фауны пелеципод и растительный детрит 92
2. Песчаники среднезернистые, массивные с редкой галькой, растительным детритом 10
3. Неравномерное переслаивание мелко-среднезернистых песчаников (0,4—0,8 м), алевролитов (0,1—0,2 м) и гравелитов (0,01—0,02 м) и единичных прослоев черных аргиллитов (0,03 м). Встречается галька кварца и детрит 32
4. Песчаники крупнозернистые с примесью гравийного материала. В кровле и подошве слоя — гравелиты с галькой кварца, в центральной — прослой (0,3 м) алевролитов. Повсеместно встречаются остатки *Yoldia scaphoides* Nagaо, *Mya grewingki* Mak., *Cyclocardia akagii* (Kanehara) 65
5. Песчаники мелко-среднезернистые с линзами мергелей до 0,5 м длиной, прослоями алевролитов (0,2—0,3 м), обугленным детритом и остатками *Yoldia deformis* Kogan, *Y. cf. transvena* L. Krisht. 58
6. Гравелиты, переходящие вверх по разрезу в мелкогалечные конгломераты (около 7 м) 17
7. Песчаники мелко-среднезернистые с прослоями гравелитов (0,4 м), алевролитов (0,1—0,4 м), с редкой галькой осадочных пород с остатками *Yoldia takinoensis* L. Krisht., *Cardita nairoensis* L. Krisht., *Clinocardium cf. asagaiense* (Mak.) 77
8. Переслаивание мелко-среднезернистых песчаников и гравелитов, линзовидных прослоев аргиллитов с редкими отпечатками фауны 53
9. Неравномерное переслаивание (от 0,1 до 1,5 м) серых мелкозернистых песчаников и гравелитов. В кровле кремнистые алевролиты (0,3 м) черного цвета 20
10. Туфы псаммитовые зеленовато-серые с линзами песчаников 7
11. Грубое неравномерное переслаивание (1—3 м) среднезернистых песчаников и алевролитов. В средней части прослой конгломератов 65
12. Конгломераты мелкогалечные, зеленые с галькой песчаников, алевролитов, яшм, кварца 3
13. Переслаивание, аналогичное слою 11, с отпечатками *Yoldia cf. matschigarica* L. Krisht., *Clinocardium asagaiense* (Mak.) в верхней части пачки 87

14. Гравелиты, переходящие в карбонатные песчаники с линзами гравелитов и прослоями алевролитов (0,1 м) с остатками *Cyclocardia vagisana* (Kogan), *Thyasira ex gr. praebisecta* L. Krisht.

Общая мощность 643 м.

Породы толщи состоят из обломков андезитового и дацитового состава. Однако в отложениях бассейна Асачи довольно часто встречаются обломки базальтов, кристаллов плагиоклаза среднего и основного состава. Терригенный материал представлен обломками метаморфических пород и гранитоидов. Однако основным поставщиком материала был вулканизм. Характеристика вулканогенно-осадочных пород толщи дается в порядке уменьшения гранулометрической размерности.

Туфогравелиты состоят в основном из обломков порфириновых пород кислого и среднего состава, в меньшей степени — гранитов, кварцитов, глинистых и зеленых сланцев. Окатанность их средняя, цемент контактовый и контактово-поровый.

Туфопесчаники — неравномернозернистые породы, на 80—90 % состоят из полуокатанных, реже оскольчатых обломков. Среди туфопесчаников выделяются породы с обломками основных и средних эффузивов и породы, в которых обломки представлены дацитами, кварцитами, гидротермально измененными породами, биотитом. Туфоалевролиты на 60—70 % состоят из зерен полевых шпатов, обломков стекла, пепла, кварца.

Структура туфов — от псаммитовой до псефитовой. По составу обломков отмечены литокластические и кристаллолитокластические разновидности. Наиболее характерны псефопсаммитовые литокристаллокластические породы. В составе обломков преобладают андезиты, кристаллы плагиоклаза и пироксенов. Они, как правило, изменены: цеолитизированы, эпидотизированы. Цемент контактовый, контактово-поровый. Его роль часто играет пепловый заполнитель, замещенный глинистым материалом.

В терригенных породах окатанность материала возрастает, среди обломков больше невулканических пород. Среди обломков минералов чаще встречаются кварц, слюды, нередко наблюдается карбонатный цемент.

Среднее значение объемной плотности пород толщи составило 2,51 г/см³, отношение между индуцированной и остаточной намагниченностью $Q = 0,69$.

Возраст толщи определяется находками остатков богатого комплекса моллюсков. По всему разрезу группировки фауны представлены видами, в большинстве своем не проходящими в миоцен. Фаунистический комплекс уверенно сопоставляется Л. Н. Коновой с комплексом мацигарского биостратиграфического горизонта, представленного видами: *Yoldia matschigarica* L. Krisht., *Y. takaradaiensis* L. Krisht., *Y. cf. kovatschensis* Slod., *Y. laudabilis* Yok., *Chlamys matschigarensis* Mak., *Modiolus matschigarensis* Mak.,

Clinocardium asagaiense (Mak.), *Papyridea matschigarica* Khom., *Neptunea cf. vinjukovi* L. Krisht.

В верхней части разреза толщи широко распространены виды *Yoldia watasei* Kan., *Y. (Miroyoldia) oblukovinensis* L. Krisht., *Y. takaradaiensis* L. Krisht., характерные для аманинско-гакхинского биостратиграфического горизонта Западной Камчатки. Довольно часто встречающиеся *Yoldia cf. yotsukurensis* (Uozumi), *Metis alta* Comp. являются характерными для олигоценовой формации *Vagueras* Калифорнии. Часть видов — *Yoldia watasei* Kanehara, *Mya grewingki* Mak., *Calyptrea imodomariensis* Hant et Nisiyama, *Turritella cf. importuna* Yok., *T. sakitoensis* Nagao определена в верхнепалеогеновых формациях Японии.

В слоях, относимых к верхней части толщи, часто встречаются фораминиферы, среди которых преобладает *Haplophragmoides laminatus* Volosh. — вид, широко распространенный в олигоценовых отложениях Камчатки и Сахалина. Споры и пыльца из различных частей разреза, по заключению З. Ш. Соколовой и Т. Е. Пузанковой, указывают на распространенность темнохвойных компонентов. Их состав не противоречит олигоценовому возрасту отложений.

Мощность толщи 750—800 м.

Олигоцен—миоцен

Мутновская толща (P₃—N₁mt). Отложения толщи в большинстве случаев закартированы совместно с жировской толщей в одних и тех же тектонических блоках. Площадь выходов толщи в бассейнах рек Вилюча и Жировая, Асача и Правая Асача не превышает 100 км². Залегание пород нарушено тектоническими подвижками. Согласно залегание с подстилающими олигоценовыми отложениями наблюдалось на левобережье Асачи, на правобережье Мутновской [111, 112]. Граница между ними проводится по смене алевропесчаных пород гравелитами, гравийными туффитами. Асачинская свита залегает на мутновской толще структурно согласно. Визуально граница не улавливается. Она характеризуется сменой относительно глубоководных моллюсков комплексом толстостенных моллюсков прибрежно-морского типа.

Отложения толщи представлены вулканогенно-осадочными и пирокластическими породами. На правом берегу р. Мутновская обнажается ее наиболее полный разрез:

	м
1. Туфогравелиты темно-серые крепкие массивные с галькой андезитов и дацитов	5
2. Туфопесчаники средне-крупнозернистые, неслоистые	12
3. Туффиты псаммитовые и псаммопесчаниковые с прослоями псаммитовых туфов	10
4. Туфопесчаники мелко- и среднезернистые серые, с прослоем (2,5 м) туфогравелитов с редкими обломками (1—1,5 см) зеленых сланцев	30

	м
5. Туфоалевролиты темно-серые массивные крепкие с прослоями (0,2—0,4 м) туфопесчаников	21
6. Туфопесчаники разнозернистые буровато-зеленовато-серые крепкие, с ходами червей. В кровле прослой туффитов мощностью 2,5 м	60
7. Туфопесчаники средне-мелкозернистые сине-серые ожелезненные крепкие с прослоями туфоалевролитов (0,2—0,3 м), с отпечатками моллюсков <i>Yoldia ex gr. gackhensis</i> L. Krisht., <i>Y. ex gr. totschiensis</i> L. Krisht., <i>Laevicardium cf. shinjiense</i> (Yok.), <i>Mya dickersoni</i> Clark и др.	82
8. Переслаивание туфоалевролитов темно-серых и алевропсаммитовых белесых туффитов, серых мелкозернистых туфопесчаников. Мощность прослоев от 0,1 до 2 м. В них отпечатки: <i>Yoldia cf. transvena</i> L. Krisht., <i>Y. ex gr. takaradaiensis</i> L. Krisht., <i>Liocyma furtiva</i> (Yok.), <i>Macoma simizuiensis</i> L. Krisht.	38
9. Переслаивание, подобное слою 7, с отпечатками <i>Acila cf. pugetensis</i> (Clark), <i>Malletia cf. onorensis</i> Laut., <i>Liocyma furtiva</i> (Yok.), <i>Hiatella sakhalinensis</i> (Takeda)	111

Мощность разреза 369 м.

По левобережью Асачи строение мутновской толщи характеризуется наслоением в основном туфопесчаников с обильными остатками моллюсков:

	м
1. Туфопесчаники мелкозернистые	20
2. Туфопесчаники среднезернистые с конкрециями известковых песчаников диаметром до 15 см. В их ядрах галька андезитов, сланцев, остатки моллюсков <i>Laevicardium cf. esutoruensis</i> L. Krisht., <i>Mytilus vel Modiolus</i> sp. indet., <i>Mya arenaria</i> L. var. <i>truncata</i> L. и др.	50
3. Туфопесчаники мелкозернистые с прослоями мелкооскольчатых туфоалевролитов с остатками фауны: <i>Cardita cf. ovalis</i> L. Krisht., <i>Liocyma furtiva</i> (Yok.)	65
4. Туфоалевролиты с остатками <i>Yoldia cf. matschigarica</i> L. Krisht., <i>Liocyma furtiva</i> (Yok.)	25
5. Туфопесчаники мелко-среднезернистые с остатками <i>Yoldia multidentata</i> Khom., <i>Y. cf. matschigarica</i> L. Krisht., <i>Y. nairoensis</i> Evseev, <i>Papyridea cf. matschigarica</i> Khom.	130
6. Туфопесчаники мелкозернистые	23
7. Туфоалевролиты с включениями мелкой гальки эффузивов с прослоями (0,2—0,3 м) мелкозернистых туфопесчаников с обильными отпечатками <i>Yoldia</i> : <i>Y. cf. kovatschensis</i> Slod., <i>Y. pennulata</i> Slod., <i>Y. cf. posneri</i> L. Krisht., <i>Y. gackhensis</i> L. Krisht., <i>Y. caudata</i> Khom. и др.	60
8. Туфоалевролиты неслоистые с прослоями (0,2 м) пепловых туфов. В нижней и средней частях пачки скопления остатков <i>Yoldia cf. caudata</i> Khom., <i>Y. caudata tschekhovi</i> L. Krisht.	155

Мощность разреза 528 м.

В отложениях, закартированных в истоках р. Паратунка и на ее левобережье в восточном склоне хр. Тополовый в нижних частях склонов, отмечены слои туфов. По особенностям структур и текстур вулканических обломков — бомб и лапиллей (они афировые, расщепленные, уплощенные) можно предположить, что их накопление происходило в подводных условиях. Бомбы со стекловатыми корками

встречены в ядрах складок оползаний, которые свидетельствуют о землетрясениях, сопровождающих пирокластические извержения.

Петрографический состав вулканитов и вулканогенно-осадочных отложений жировской и мутновской толщ близок и кратко охарактеризован выше. Среднее значение объемной плотности пород толщи $2,47 \text{ г/см}^3$. Отношение индуцированной намагниченности к остаточной $Q_{cp} = 0,71$.

Возраст мутновской толщи определяется комплексом остатков моллюсков [82, 111, 112]. В нем наряду с многочисленными представителями, характерными для мацигарского биостратиграфического горизонта, среди которых *Yoldia* cf. *matschigarica* L. Krisht., *Y. ex gr. takaradaiensis* L. Krisht., *Y. (Cnesterium) nairoensis* Evseev, *Y. kryshstofovichi* Sim., *Malletia inermis* (Yok.), *Cardita* cf. *nairoensis* L. Krisht., *Cardita vagisana* Kogan, *C. matschigarica* Khom., *Laevicardium esutoruensis* L. Krisht., *L. cf. asagaiense* Mak., *Mya grewingki* Mak., появляются и процветают новые виды, типичные для олигоцен-нижнемиоценовых и нижнемиоценовых комплексов Сахалина и Камчатки (холмского, утхолокского, вивентекского горизонтов). Наиболее характерными среди них являются: *Nuculana* (*S.*) cf. *crassatelloides* Laut., *Yoldia caudata tschekhovii* L. Krisht., *Y. pennulata* Slod., *Delectopecten pedroanus* Trask., *Mytilus ochotensis* Slod., *Macoma simizuensis* L. Krisht. Кроме того, в этой толще появляются новые виды кардиумов, расцвет которых наступает в среднем миоцене. Это *Laevicardium shinjiense* (Yok.), *L. taracaicum* (Yok.), *L. corbis* (Mart.).

На основании изучения комплекса моллюсков возраст толщи принимается олигоцен-раннемиоценовым.

Фораминиферы, по заключению Л. А. Данилеско [11], представленные видами *Cyclammina pacifica* Beck., *Pseudoelphidiella subcarinata* (Volosh.), *Buliminella* cf. *porosa* Volosh., *Islandiella* cf. *curvicamerata* (Volosh.), принадлежат к олигоценному и нижнемиоценовым горизонтам Сахалина и Камчатки. Спорово-пыльцевой спектр, по мнению З. Ш. Соколовой, характерен для миоцена Дальнего Востока.

Мощность толщи 600—700 м.

ВИЧАЕВСКАЯ СЕРИЯ

Нерасчлененные отложения ($P_3-N_1v\check{c}$) серии залегают на отложениях пресновской толщи. Обе толщи вскрыты скважинами 29 и 33 у подножия Авачинской вулканической группы.

Породы в скважинах представлены серыми туфоалевролитами, переслаивающимися с мелкозернистыми туфопесчаниками и туфогравелитами. Отмечены линзы мергелей мощностью до 40 см. Залегание пород нарушено, замерены крутые углы падения (60 и даже 90°), поэтому об истинной мощности серии судить сложно. Мощность вичаевской серии, вскрытая скв. 29, около 600 м, в

скв. 33 (6,5 км на юго-запад) — более 1440 м. Породы содержат остатки ядер и раковин моллюсков, растительный детрит.

В скв. 29 на глубине 1190 м над слоями туфоалевролитов с остатками пелеципод, которые позволяют отнести вмещающие их отложения к пресновской толще (ковачинский биостратиграфический горизонт), в интервале до глубины 629 м в пачке туфогравелитов и туфопесчаников среди прослоев туфоалевролитов собраны остатки раковин, из которых Л. Н. Коновой удалось определить *Nuculana tumiensis* Laut., *N. ex gr. alferovi* Slod., *N. alferovi sakhalinensis* L. Krisht., *Yoldia* cf. *bella* Glad., *Malletia inermis* (Yok.), *Laternula* ex gr. *besshoensis* (Yok.), *L. ex gr. kovranensis* Ilyina, *L. ex gr. tschekhovii* L. Krisht., характерные для тюшевской серии Восточной Камчатки, мацигарского (олигоцен), холмского и невелинского горизонтов (нижний олигоцен) Южного Сахалина. По заключению Л. Н. Коновой, осадконакопление скорее всего происходило в условиях открытого бассейна с нормальной соленостью.

Выше по скв. 29 встречаются сходные вулканогенно-терригенные породы с мощным (до 70 м) прослоем туфогравелитов с остатками раковин, среди которых Л. Н. Конова установила *Acila* ex gr. *gottschei* (Böhm.) и *Yoldia chojensis* Sim., характерные для кулувенского и ильинского фаунистических горизонтов Западной Камчатки (конец раннего миоцена—начало среднего). Мощность этой части разреза 400 м. Предположительно отложения относятся к асачинской свите.

Дочетвертичные отложения в скв. 33 характеризуются тем же комплексом фауны, который указан выше для вичаевской серии в скв. 29.

По керну скв. 29 Р. М. Мясниковой проведено микрофаунистическое изучение, результаты которого противоречат палеонтологическому исследованию Л. Н. Коновой. Отложения в интервале глубин 1289—523 м по комплексу фораминифер, особенно по наличию видов *Cyclammina praecancellata* Volosh., *Valvulinera araucana* Orb., *Euwigierina subperegrina* (Cushman et Kleinpell), *Plectina nipponica* Asano, отвечают нижней части какертской свиты Западной Камчатки.

Выше отложения серии перекрыты более молодыми осадками. В интервале глубин 460—230 м (соответствующем, по заключению Л. Н. Коновой, асачинской свите) появляются виды *Cribroelphidium micrum* Volosh., *Bolivina parva* Cushman et Gall., *B. granti* Rankin, распространенные на Камчатке в этолонской свите (верхний миоцен). По мнению Л. М. Долматовой и З. Ш. Соколовой, определенные в отложениях вичаевской серии остатки диатомовых водорослей и спорово-пыльцевой спектр подтверждают выводы Р. М. Мясниковой.

Возраст вичаевской серии принимается, согласно макропалеонтологическим данным, олигоцен-раннемиоценовым.

Миоцен

Асачинская свита (N_{1as}) довольно широко распространена в северной части Южно-Быстринского хребта, по правобережью Паратунки, в бассейнах рек Жировая, Мутновская и Асача. К свите отнесены туфопесчаники средне- и грубозернистые с прослоями туфоалевролитов, туфогравелитов, туффитов, туфов и туфоконгломератов. Выходы ограничены тектоническими нарушениями, и, как правило, их площадь не превышает нескольких десятков квадратных километров. На подстилающих отложениях мутновской толщи асачинская свита залегает без видимого несогласия. В междуречье Асачи и Вичаевской средне-грубозернистые туфопесчаники свиты залегают на белесых полосчатых туфоалевролитах мутновской толщи. Линия контакта прямая и четкая.

В бассейне р. Мутновская за подошву свиты приняты [111] мощные слои средне-грубозернистых туфопесчаников, содержащих массовые скопления остатков баянусов. Биостратиграфическая граница асачинской свиты выражена резкой сменой тонкостенной фауны мутновской толщи фауной толстостенных двустворчатых моллюсков с остатками баянусов. Вместе с тем отмечено, что асачинская свита залегает на слоях мутновской толщи с комплексами фауны, характеризующими различные биостратиграфические горизонты, что может свидетельствовать о наличии скрытых стратиграфических перерывов.

Один из характерных разрезов вскрывается в береговых обрывах северного берега бухты Мутная:

1. Туфы псаммопсефитовые буровато-серые с обломками раковин пелеципод	6
2. Туффиты псаммитовые серые	1
3. Переслаивание (0,1—0,2 м) туфов псаммопсефитовых и туфопесчаников с прослоями туфогравелитов с остатками пелеципод. В верхней части пачки в туфопесчаниках присутствует обугленный растительный детрит и скопление остатков <i>Phacoides acutilineata</i> (Conrad), <i>Macoma</i> cf. <i>albaria</i> (Conrad), <i>Epitonium</i> cf. <i>condoni</i> Dall., <i>Turritella wajampolkensis</i> Ilyina	13
4. Переслаивание (0,2—0,3 до 3 м) неравномерное средне- и грубозернистых туфопесчаников с единичными прослоями туфоалевролитов с остатками фораминифер, спикул губок и игл ежей	13
5. Силл андезибазальтов с миндалекаменной текстурой, порфириевой структурой, буровато-серого цвета. В подошве его обнажается контакт с белесыми туфоалевролитами	10
6. Туфопесчаники среднезернистые буровато-серые	2
7. Силл андезитов порфириковых темно-серых	2
8. Слоистая пачка туфопесчаников средне- и грубозернистых серых, зеленовато-серых. Мощности переслаивания 0,4—1,5—4 м. Пачка пересечена дайкой базальтов (4 м)	46
9. Туфопесчаники мелко-среднезернистые буровато-серые неслоистые, с немногочисленными отпечатками моллюсков <i>Acila conradi</i> (Meek), <i>Yoldia scapha</i> Yok., <i>Thracia condoni</i> Dall., <i>Phacoides acutilineata</i> (Conrad), <i>Macoma optiva</i> (Yok.), <i>M. nasuta</i> (Conrad), <i>M. albaria</i> (Conrad), <i>M.</i>	

<i>arctata</i> (Conrad) и др., отпечатками морских ежей и остатками костей животных	4
10. Туфопесчаники средне-грубозернистые буровато-серые с линзами туффитов, в которых обнаружены отпечатки листьев <i>Fagus</i> sp. indet., <i>Ulmus</i> sp. indet.	3
11. Туфопесчаники неравномерноезернистые, грубослоистые (0,4—0,8 м) с нечеткими границами мелко- и среднезернистых разновидностей, с конкрециями диаметром до 15 см известковистых песчаников, в ядрах которых отпечатки раковин (определения И. Г. Прониной) <i>Yoldia</i> cf. <i>epilongissima</i> Glad., <i>Cyclocardia</i> aff. <i>ezoensis</i> Tak., <i>Lucinoma acutilineata</i> (Conr.), <i>Clinocardium</i> aff. <i>etheringtoni</i> Kogan, <i>Nemocardium sakhalinensis</i> Laut., <i>Serripes gröenlandicus</i> (Brug.), <i>Macoma calcarea</i> (Gmel.), <i>M. optiva kuluvenensis</i> L. Krisht., <i>Miopleyona indurata</i> (Conr.)	15
12. Туффиты гравийные буровато-серые	1
13. Туфоалевролиты темно-серые с многочисленными отпечатками моллюсков (определения Л. Н. Коновой): <i>Acila vengeriana</i> Laut., <i>Yoldia</i> cf. <i>scapha</i> Yok., <i>Thracia</i> cf. <i>condoni</i> Dall., <i>Cardiomya evgenica</i> Laut., <i>Venericardia ferruginea</i> Gless., <i>Phacoides acutilineata</i> (Conr.), <i>Nemocardium</i> ex gr. <i>samarange</i> (Mak.), <i>Macoma optiva</i> (Yok.), <i>M. echabiensis</i> Slod., <i>M. calcarea</i> (Gmel.), <i>M. albaria</i> (Conr.), <i>Polinices galiano</i> Dall. и др., остатками фораминифер <i>Dentalina</i> sp. indet., <i>Sigmomorfinia</i> sp. indet., отпечатками панцирей ежей, спикулами губок	1
14. Туфопесчаники среднезернистые	3
15. Туффиты алевросаммитовые, желтовато-серые с редкими отпечатками листьев <i>Fagus evenensis</i> Cheleb.	4
16. Туфопесчаники разнозернистые с прослоем (0,5 м) туфоалевролитов, в которых обнаружены редкие отпечатки листьев и моллюсков	7
17. Туфы псефитовые темно-бурые неслоистые, состоящие из обломков базальтов и андезитов	6
18. Туфопесчаники разнозернистые, неяснослоистые с редкими остатками моллюсков и отпечатками листьев	30

Мощность разреза 167 м.

Для свиты характерна изменчивость от песчано-гравелитовой до песчано-гравийно-туффитовой литофации. На отдельных участках (истоки р. Малая Саранная) в составе свиты отмечены слои валунно-галечных туфоконгломератов мощностью до 100 м. По восстанию и простиранию эти пласты замещаются туфогравелитами с линзами и прослоями грубозернистых туфопесчаников мощностью 4—5 м, с которыми они связаны постепенными переходами.

В отрогах Ганальского хребта туфопесчаники свиты вскрыты горными выработками под ледниковыми отложениями на левобережье р. Вахталка на площади около 1 км², где они слагают увал высотой около 100 м.

Скважиной 5 на левом берегу р. Пиначевская в интервале 1505—1257 м пройдена пачка вулканогенно-осадочных пород: туфопесчаников, туфоконгломератов, туффитов, туфов, в основании которой залегают туфоалевролиты мощностью около 80 м. Эти отложения сопоставляются нами с асачинской свитой на том основании, что в туфоалевролитах обнаружены остатки фораминифер *Quinqueloculina obliquecamerata* Grig., *Islandiella laticamerata* (Volosh.) и др., которые, по мнению В. П. Агеевой, свидетельствуют о том, что вмещающие их отложения могут коррелироваться

с аобыкайским горизонтом о. Сахалин или какертским (миоцен) Западной Камчатки.

Приведем краткие сведения о составе пород.

Туфоконгломераты — непрочные породы. В них обломки эффузивов среднего и основного состава средней и хорошей окатанности. Заполнитель псаммопсефитовый. В нем встречены редкие обломки раковин пеллеципод, обугленный детрит.

В туфогравелитах псаммитовая фракция составляет в среднем 15 %. Окатанные и полуокатанные обломки размером 1—5 мм представлены базальтами, андезибазальтами, андезитами, реже — дацитами, кварцем. Заполнитель имеет литокристаллокластическую структуру. Цемент контактово-поровый.

Среди туфопесчаников различаются грубозернистые, средне-, мелкозернистые и алевритовые разновидности. Общее количество обломков составляет 80—90 %, из них 15—20 % представлено пирокластическим материалом: остроугольными обломками лав, минералов, серповидными осколками вулканического стекла. Обломки пород представлены основными массами андезибазальтов, минералов: основными плагиоклазами, пироксенами, роговой обманкой. Терригенные обломки, как правило, окатаны. Из минералов, не характерных для пирокластической фракции, можно отметить циркон. Цемент контактовый, контактово-поровый, редко базальный. В последнем случае он состоит из пренита, гидрослюд, хлорита с примесью гидроокислов железа.

Туфоалевролиты близки по составу к туфопесчаникам, но содержат на 10—15 % больше пирокластических обломков. Среди терригенных обломков выше, чем в песчаниках, содержание обломков биотита, стекла. Цемент глинистый, цеолитовый, железистый. В цементе наблюдаются обломки фораминифер.

Туфы среднего состава имеют псаммитовую, алевропсаммитовую, кристаллолитокластическую, витрокристаллокластическую структуру. В алевропсаммитовых разновидностях количество обломков стекла достигает 20—30 %, в псаммитовых и псефопсаммитовых разновидностях преобладают обломки средних и основных эффузивов. Среди кристаллокластов преобладает плагиоклаз, в меньших количествах присутствуют пироксен, обыкновенная роговая обманка. Цемент контактовый, поровый, глинистый, хлорито-глинистый. Нередко он цеолитизирован, карбонатизирован.

Среднее значение объемной плотности пород свиты равно 2,41 г/см³ (туфопесчаников — 2,43, туфоалевролитов — 2,34, туфов, туффитов — 2,30).

По наличию таких видов моллюсков [82, 111], как *Mytilus chejsleveemensis* Slod., *Modiolus wajampolkensis* Slod., *Cardita kevetscheveemensis* Slod., *Papyridea kipenensis* Slod., свита сопоставляется с ильинским и какертским биостратиграфическими горизонтами. Кроме того, виды *Acila vengeriana* Laut., *Crenella serunayana* Kogan, *Cardiomya evgenica* Laut., *Nemocardium*

sakhalinense Laut. позволяют коррелировать отложения с сертунайским биостратиграфическим горизонтом о. Сахалин.

Изученные в отложениях свиты остатки таких видов фораминифер, как *Hanzawai* cf. *nipponica* Asano, *Glabratella opercularis* (Orb.), *Islandiella californica* (Cushman et Hughes), распространены, по мнению Р. М. Мясниковой, в миоцене и плиоцене Сахалина, Японии и Камчатки.

Среди отпечатков листьев встречены *Fagus* cf. *evenensis* Cheleb., *Acer grachamensis* Knowl. et Cook. (крылатка), по мнению Г. Б. Чигаевой, позволяют коррелировать асачинскую свиту с миоценовыми отложениями Центральной Камчатки.

На северо-восточном окончании Южно-Быстринского хребта свита перекрывается отложениями беляевской толщи, содержащей остатки моллюсков этолонского биостратиграфического горизонта Западной Камчатки.

На основании палеонтологических данных возраст асачинской свиты принимается миоценовым. Мощность ее 500—650 м.

Беляевская толщина (N₁b₁). Вулканогенно-осадочные отложения толщи закартированы в бассейне руч. Средний, р. Правая Быстрая (бассейн р. Паратунка) в северо-восточных отрогах Южно-Быстринского хребта. Литологически толща близка к подстилающим отложениям асачинской свиты и представлена туфопесчаниками, туфогравелитами, псаммитовыми и псефитовыми туфами и туффитами. Реже встречаются туфоконгломераты. Однако среди них повышена роль псефитовых и агломератовых туфов среднего состава.

Наиболее крупное поле толщи (10—12 км²) закартировано в междуречье Среднего Ручья и Правой Быстрой, где ее отложения согласно залегают на асачинской свите. На склонах массива горы Острая небольшие (менее 1 км²) участки толщи согласно перекрывают эффузивно-пирокластические фации южнобыстринского вулканического комплекса. Граница между ними условна, является скорее фациальной и проведена по появлению среди туфов прослоев туфопесчаников со скоплениями остатков пеллеципод. Эти органические остатки характеризуют возраст как беляевской толщи, так и покровных фаций южнобыстринского комплекса. Небольшой фрагмент толщи вскрывается [141] на юге территории под эоплейстоценовыми вулканитами острогорского комплекса на левобережье р. Левая Ходутка.

В левых истоках Правой Быстрой, на южных склонах горы Острая на эффузивно-пирокластических образованиях, непосредственно на агломератовых туфах южнобыстринского комплекса, залегают пачка отложений, характерных для беляевской толщи:

1. Туфопесчаники среднезернистые желтовато-серые со скорлуповатой отдельностью

2. Туфы псефитовые пестрые, зеленовато-серые, среднего состава с линзами мелкозернистых туфопесчаников и туфогравелитов мощностью до 3 м	21
3. Туфопесчаники средне-грубозернистые буровато-серые массивные с прослоями (0,1 м) туфогравелитов	3
4. Пачка переслаивания (0,1—0,3 м) алевритовых и псаммитовых туффитов. Вверху пачки слой туфопесчаников мощностью 1 м	6
5. Туфы псефитовые андезитового состава с единичными валунами, с прослоем туфопесчаников мощностью 1 м	73
6. Пачка переслаивания (0,5—3 м) буроватых туфопесчаников, светло-серых туффитов и псефитовых туфов	15
7. Туфопесчаники среднезернистые буровато-серые	22
8. Пачка переслаивания средне-крупнозернистых туфопесчаников	11
9. Пачка переслаивания, аналогичная слою 6	9
10. Туфы псефитовые с прослоем туффитов мощностью 1,5 м	7
11. Пачка переслаивания, аналогичная слою 6	16
12. Псефитовые туфы, переходящие в верхней части в псефитовые туффиты с редкими отпечатками пелеципод <i>Macrocallista</i> aff. <i>kavranensis</i> Ilyina, <i>Macoma</i> cf. <i>optiva</i> (Yok.), <i>Faassina globosa</i> Schmidt	29

Мощность разреза 222 м.

По левобережью р. Правая Быстрая толща имеет существенно туфовый состав. Значительную роль среди пород играют агломератовые и псефитовые туфы. Туфопесчаники и туфоалевролиты образуют прослои среди пирокластических отложений. Об осаждении пирокластике в водной среде свидетельствуют прослои ракушняка среди туфов. В них в верхней части пачки мощностью 375 м собраны остатки *Cardium* sp. indet., *Clinocardium decoratum* (Grew.), *Macoma* cf. *optiva* (Yok.).

В отложениях толщи по левобережью нижнего течения Лево-Быстрой собран довольно богатый комплекс ископаемых остатков [112]. Л. Н. Коновой определены: *Glycymeris slodkewitschi* Sin., *Swiftopecten* ex gr. *swiftii* (Bern.), *Venericardia* ex gr. *kamtschatica* (Slod.), *Serripes* ex gr. *ochotensis* Ilyina, *Chione securis* (Shumard), *Sanquinolaria petri* (Bartsch) и др. Большинство таксонов встречаются в отложениях этолонского горизонта Западной Камчатки (миоцен). В целом комплекс сопоставляется с фауной беляевской толщи Южной Камчатки (поздний миоцен).

Мощность беляевской толщи 450—500 м.

Жупановский район

Тюшевская серия (P₃—N₁tš) имеет весьма ограниченное распространение в южной части Валагинского хребта на площади не более 15 км². Ее отложения — мелкозернистые песчаники, алевролиты и гравелиты — обнажаются в бортах р. Киркинай в зоне интенсивных дислокаций. На всю мощность выходов они брекчированы, пронизаны карбонатными прожилками и трещинами, среди которых заметную роль играют пологие нарушения.

Породы содержат остатки пелеципод плохой сохранности, среди которых превалирует род *Acila*. Наличие среди них отпечатков вида *Acila (A.) gettysburgensis tsytovitchi* Slod. дает основание Л. Н. Коновой и Е. А. Тищенко коррелировать вмещающие отложения с утхолокско-вивентекским горизонтом Западной Камчатки (миоцен). В песчаниках обнаружены фораминиферы плохой сохранности, среди которых определены *Haplophragmoides laminatus* Volosh., *H. renzi* Asano, *Cyclammmina pacifica* Beck. Это позволяет Р. М. Мясниковой предположить олигоценовый возраст отложений. В спорово-пыльцевом спектре доминирует пыльца голосеменных, среди которых преобладают ель и тсуги. Спектр отражает флору лесов умеренного климата, которая могла бы существовать в олигоцене и миоцене.

Отложения прорваны субвулканическими телами базальтов плиоценового киркинайского вулканического комплекса.

По комплексу биостратиграфических данных и по соотношению с киркинайским комплексом отложения могут быть отнесены к тюшевской серии. Ее мощность принимается на данной территории 150 м.

Плиоцен

Южно-Валагинский район

Щапинская свита (N₂sč) распространена лишь на левобережье р. Гаванка в ее нижнем течении на северо-востоке листа N-57-XXI на площади около 40 км². В ее строении принимают участие вулканогенные и вулcano-терригенные отложения: туфы, туффиты, туфоалевролиты, туфогравелиты среднего и кислого состава. Соотношения свиты и подстилающих ее отложений тюшевской серии из-за плохой обнаженности не выяснены. Породы прорваны плиоценовыми субвулканическими телами киркинайского комплекса и, вероятно, являются временными аналогами этого комплекса.

Отложения свиты образуют параллельнослоистую, тонкослоистую пачку мощностью, судя по гипсометрии, около 150 м. В ней ритмично переслаиваются кремневые туфоалевролиты с бурыми псефосаммитовыми туфами и туффитами. Характер переслаивания и слоистости свидетельствует о накоплении осадков в замкнутом озерном водоеме. В туфоалевролитах найдены отпечатки листьев двух родов: ив и дриад, которые близки к формам, растущим ныне на полуострове. В ископаемом состоянии они (по мнению Г. Б. Чигаевой) широко распространены в плиоценовых отложениях верхней части щапинской свиты Восточной Камчатки. Для спорово-пыльцевого спектра характерно преобладание пыльцы ели, наличие теплолюбивых форм среди пыльцы мелколиственных пород.

Спектр, по мнению Н. П. Копыльцовой, присущ энеметенской свите Западной Камчатки.

В отложениях встречена обильная и разнообразная пресноводная и пресноводно-солонатоводная диатомовая флора. В ее составе присутствуют остатки диатомей *Aulacosira praegratulata* (Jouse) Sim., *A. praeislandica* (Jouse) Sim., *Paralia scabrosa* (Oestr.) Sim., *Tetracyclus ellipticus* (Ehr.) Grun. var. *lancea* (Ehr.) Hust., *Opephora monty* Herib. var. *capitata* Herib., существовавших в миоцене—плиоцене и характеризующих верхние плиоценовые слои. По мнению С. П. Озорниной, комплекс диатомей р. Гаванка наиболее близок к комплексу сторожевской свиты горы Стол [18, 148] на Восточной Камчатке.

В целом биостратиграфические данные не противоречат плиоценовому возрасту отложений, отнесенных к шапинской свите. Их мощность не превышает 150 м.

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

НЕОПЛЕЙСТОЦЕН

Верхнее звено

Вторая ступень. Ледниковые (g) и водно-ледниковые (f) отложения первой стадии второго оледенения (Q_{II}^2). Ледниковые отложения ограничены по холмисто-западинному рельефу, который неплохо виден на аэрофотоматериалах. От более молодых отложений того же генезиса рельеф отличается сглаженными формами, мелкие его скульптуры уничтожены поздней денудацией. Они сохранились в долинах наиболее крупных водотоков района. В долинах бассейна Авачи участки ледниковых отложений занимают площадь до 20 км². В большинстве случаев сохранились отложения боковых морен. Они сложены валунами, галькой, гравием, щебнем, суглинком, супесью. В большей степени ледниковые отложения этого возраста сохранились по долинам рек Асача, Мутная. В долине р. Паратунка они развиты фрагментарно.

В долине р. Асача вскрыт небольшой характерный разрез этих отложений*:

	м
1. Почвенно-растительный слой с прослоями пемзового песка . . .	0,2
2. Супесь черная плотная	0,1
3. Суглинок темно-серый с дресвой и щебнем эффузивных пород, пемзы	0,4

* Описание разрезов рыхлых четвертичных отложений приводится сверху вниз.

	м
4. Суглинок бурый, слоистый со щебнем различных пород	0,3
5. Несортированный валунчато-глыбовый материал. Заполнитель сложен суглинком и щебнем, дресвой различных пород	2

Общая мощность 2,8 м.

Мощность ледниковых отложений достигает нескольких десятков метров. В правом борту р. Вахталка под почвенно-растительным слоем вскрывается несортированный валунно-галечный материал мощностью 20 м. Судя по высоте моренно-грядовых форм, мощность может превышать 30 м.

Водно-ледниковые отложения сопряжены с ледниковыми отложениями этого же возраста. На аэрофотоматериалах они дешифрируются плоскими или слабовсхолмленными, иногда террасированными поверхностями, сопряженными с холмисто-западными равнинами ледниковых отложений. В долинах бассейна р. Авача пески, суглинки, галечники и валунники этих отложений слагают реликты террас в виде ярусно расположенных площадок шириной до 100 м и длиной до 1 км. Например, на руч. Удачный они слагают террасы 30—33, 40—42, 60, 80, 120, 150, 190—200-метровых уровней [6, 144].

Один из характерных разрезов наблюдался в береговом обрыве бухты Березовая:

	м
1. Почвенно-растительный слой с прослоями пемзового песка . . .	0,3
2. Суглинки бурые с прослоями (2—3 см) супесей и песка	0,4
3. Супесь буровато-коричневая. В ней до 50 % обломков (от 1 до 2 см) андезитов, туфов	4,5
4. Суглинки с косой и линзовидной слоистостью	2,0
5. Суглинки бурые с редкими обломками эффузивов	5,0
6. Супесь буровато-серая с обломками (до 50 %) эффузивов (до 5 см)	4,0
7. Тонкое (2—10 см) ритмичное переслаивание супесей и суглинков, редко глин буровато-коричневого цвета. Присутствуют линзы гравия, отдельные обломки андезитов размером до 30 см	4,3
8. Супесь зеленовато-бурая с угловатыми обломками (5—30 см)	4,0

Мощность разреза 24,2 м.

Мощность отложений колеблется от 10 до 25 м.

Из этих отложений выделен спорово-пыльцевой спектр, характеризующий растительность времени оледенения [111]. В долине р. Правая Авача они перекрыты отложениями второй стадии позднеледникового оледенения.

Четвертая ступень. Ледниковые (g) и водно-ледниковые (f) отложения второй стадии второго оледенения (Q_{II}^4) развиты повсеместно. Они закартированы в долинах рек, окружают подножия вулканов, сопряжены с наиболее возвышенными хребтами и массивами.

Особенно крупные поля ледниковых отложений — несортированного, плохоокатанного валунно-галечно-щебенчато-гравийно-

го материала — окружают Авачинский вулкан, образуют самостоятельный ландшафт у северо-западного подножия Жупановского хребта. Площади отдельных участков превышают 100 км². Они хорошо дешифрируются на аэрофотоматериалах по грядово-холмисто-западинному рельефу, мелкоозерным ландшафтам. В долинах крупных рек (Паратунка, Авача) поля отложений вытянуты вдоль бортов на расстоянии до 10 км и имеют ширину 1—4 км. Высота положительных форм — холмов достигает 100 м, но обычно не превышает 40 м. Они сложены типичным комплексом осадков: галечниками, валунниками, супесями, суглинками, реже глинами и песками. Слоистость, как правило, отсутствует. Глыбы достигают 2 м в поперечнике. Среди них преобладают эффузивные породы. У южного подножия Авачинского вулкана отмечены [29]:

	м
1. Почвенно-растительный слой	0,3
2. Уплотненный песок	1,3
3. Суглинки бурые	0,2
4. Валунно-галечный материал с песчаным заполнителем. Обломки плохо окатаны	1,3
5. Валунно-галечный материал с супесчаным заполнителем. Обломки хорошо окатаны	6,1
6. Песчано-гравийный материал с линзами суглинков и тонкозернистого песка с супесью. Они залегают на песчаниках и алевролитах никольской толщи	4,5

Мощность разреза 13,4 м.

Мощность ледниковых отложений этой стадии обычно 40—50 м и не превышает 100 м.

Водно-ледниковые отложения максимально распространены в долине Авачи, ниже слияния ее основных притоков, где долина резко расширяется и ее днище становится широкой равниной. Слагают террасы 10—15-метрового и более высоких уровней. На аэрофотоснимках они выделяются как плоские поверхности, обычно сопряженные с ледниковыми равнинами. Протяженность водно-ледниковых равнин до 20 км, ширина до 7 км. Литологический и гранулометрический состав аналогичен отложениям подобного генетического типа более раннего возраста — это галечники и гравийники средней сортированности и окатанности. Их мощность достигает 15 м.

Фацией этих отложений являются озерно-ледниковые осадки, прослеженные в истоках рек Налычева, Вершинская. Они имеют ритмичную ленточную слоистость. В переслаивании участвуют глины и суглинки с прослоями песков, супесей и мелкого галечника. Мощность переслаивания 1—8 см. Мощность отложений до 15 м.

По данным палинологического анализа проб из ледниковых и водно-ледниковых отложений данного возраста [73, 144] можно судить о том, что их накопление происходило в условиях холодного

климата. Линзы и прослои ледниковых и флювиогляциальных галечников, супесей встречаются в пирокластических образованиях ранней фазы авачинского комплекса, среди которых проведено ¹⁴C-датирование [38, 39]. Возраст, полученный в результате анализа гумусированных прослоев — 29 900 и 33 600 лет, что указывает на время горно-долинного оледенения и на время формирования пирокластических отложений.

Верхнеплейстоценовые нерасчлененные отложения

Дельтовые отложения (amQ_{III}). На северо-восточном склоне горы Петровская (г. Петропавловск-Камчатский) сохранился участок песчано-гравийно-галечных отложений. Они образуют террасовидную площадку на высоте 100—120 м размером 1,25×0,75 км, где представлены косослоистыми мелко-крупнозернистыми песками с линзами и прослоями гравийно-галечного материала и суглинков. Мощность песчаных слоев до 12 м, гравийно-галечных — до 4 м. Разрез этих отложений, залегающих на алевролитах и песчаниках никольской толщи, приводится ниже:

	м
1. Галечно-гравийно-песчаный материал с линзами песка	2,5
2. Пески косослоистые с линзами и прослоями (до 5 см) суглинков и супесей	10,0
3. Песчано-гравийный материал	0,2
4. Песчано-суглинистый материал	0,4
5. Пески косослоистые с линзами и прослоями галечно-гравийного материала и суглинков (до 10 см)	12,0
6. Галечно-гравийный материал. Размеры валунов до 10 см, редко до 20 см	2,5
7. Пески косослоистые с прослоем (5 см) суглинков	3,0
8. Валунно-галечно-гравийный материал с косою слоистостью, линзами и прослоями крупнозернистого песка и гравия. Максимальный размер обломков 20 см	4,6
9. Глыбово-щебнистый материал. Заполнитель супесчанистый. Размеры глыб базальтов до 0,5 м	3,6

Мощность разреза 38,8 м.

Обломки хорошо окатаны, галька и валуны имеют овальную, часто уплощенную форму. Петрографический состав весьма разнообразен и включает всю гамму пород бассейна Авачи.

Дельтовый генезис отложений подтверждается не только характером слоистости, но и наличием солоноватоводных диатомей. Некоторые исследователи [5, 29] считают, что они принадлежат устьевым отложениям р. Авача. Их формирование происходило во время, которое предшествовало второй стадии позднеплейстоценового оледенения. Палинологический анализ проб показал неоднородность спорово-пыльцевых комплексов. Спектры нижней и верхней частей разреза свидетельствуют о растительности, произрастающей в довольно теплом климате (теплее современного). Споры и пыльца средней части разреза характеризуют раститель-

ность кустарниковых тундр, холодные и сухие климатические условия. Эти данные не противоречат предположению о длительном позднеплейстоценовом периоде накопления отложений во время до первой стадии второго оледенения, во время него и непосредственно после [86]. Их отложение прекратилось в связи с катастрофическими извержениями, обусловившими образование соммы вулкана Авача 29—33 тыс. лет назад [29, 39].

Мощность отложений по данным бурения превышает 80 м. Скважины 32 и 28 вскрыли толщу валунно-галечного материала под пирокластическими и лахаровыми отложениями вулкана Авача. Их мощность соответственно 130 и 119 м. Под ними залегают мезозойские отложения никольской толщи.

ГОЛОЦЕН. СОВРЕМЕННОЕ ЗВЕНО (Q_{IV})

Комплекс современных рыхлых отложений широко развит на территории. Он объединяет образования различных генетических типов (рис. 3).

Аллювиальные отложения (а) слагают пойму и надпойменные террасы речных долин. На аэрофотоснимках они дешифрируются ровными поверхностями вдоль водотоков, характерными пойменными лесами, ландшафтом речных долин. В верхних частях долин аллювий представлен галечно-валунным материалом с линзами песка и гравия, в нижних частях долин — переслаиванием разнозернистых песков с прослоями и линзами глин. Мощность пойменных отложений р. Авача в ее нижнем течении по данным бурения [73] не менее 20 м.

Террасы 3—4, 7—8, 8—15-метровых уровней имеют ширину до 400 м и протяженность до 2 км. В их уступах обнажается хорошоокатанный галечно-гравийно-песчаный материал с прослоями суглинков и супесей, обычно тяготеющих к верхним частям разреза. Максимальная мощность отложений в средних течениях около 12 м.

В приустьевых частях рек, впадающих в Тихий океан, аллювиальные отложения переходят в дельтовые. Они часто заболочены и перекрыты торфом и суглинками болотных отложений. На аэрофотоматериалах они отличаются от морских наносов благодаря струйчатому рельефу дельт, которые сложены мелкозернистыми песками, суглинками, супесями с небольшой примесью гальки, с косою и линзовидной слоистостью. Они содержат пресноводно-солонатоводную диатомовую флору [73]. Их мощность более 6 м.

Спорово-пыльцевой спектр из отложений аллювиальных террас различного уровня свидетельствует об образовании осадков в голоцене в боральное или же в постатлантическое время.

Проллювиальные отложения (р) образуют шлейфы у подножия гор, которые отчетливо дешифрируются наклонными этическими поверхностями. Наиболее крупные площади заняты этими отложениями у южного подножия Авачинско-Корякской вулканической группы (более 300 км²). С относительно небольшими вулканическими постройками (Бакенинг, Вершинский, Вилючинский, Горелый, Ааг) сопряжены поля проллювиальных шлейфов площадью 10—15 км². Их формирование тесно связано не только с сезонной деятельностью временных водотоков («сухих рек»), со сходом грязевых потоков, но и с вулканическими извержениями. Они представлены валунно-галечно-гравийным материалом, мелко-среднезернистыми песками, обогащенными магнетитом. Обломки пород имеют плохую и среднюю окатанность. Вскрытая мощность составляет 7 м. Истинная мощность проллювиальных отложений, заполняющих Авачинский грабен, достигает 300 м, однако при проведении буровых работ эти отложения не идентифицировались и относились к пирокластическим образованиям.

Сходы мощных грязевых потоков в XX в. отмечены в 1938 г. по Халактырской и Елизовской Сухим Рекам, в 1981 г. — на вулкане Вилючинский и в бассейне Авачи во время осеннего циклона Эльза.

Морские отложения (т) слагают прибрежную полосу Авачинского залива: протяженный (20 км) Халактырский пляж, берега Авачинской губы. Южнее мыса Опасный они широко развиты в бухтах Жировая, Мутная, Асача, где длина пляжа достигает 7 км, а ширина полосы штормовых валов превышает 3 км. Пляжные отложения имеют ширину до 200 м. Они сложены несортированным грубым валунно-глыбовым материалом с гравийно-песчаным заполнителем. В устьевых частях рек обломочный материал имеет песчано-гравийную размерность. Известный Халактырский пляж достигает ширины 700 м. Он сложен мелко- и среднезернистыми песками, гравием и гравийно-галечным материалом с незначительной примесью валунов. Пески обогащены магнетитом и темноцветными минералами, из-за чего имеют темно-серую окраску. Пляжные отложения вскрыты скважиной [130]:

	м
1. Песок мелкозернистый серый	3
2. Песок среднезернистый темно-серый	2
3. Песок среднезернистый с примесью гравия (5—7 %)	1
4. Песок разнозернистый с примесью гравия и гальки (10 %)	1
5. Песок разнозернистый с примесью гальки и гравия (20 %)	1
6. Песок разнозернистый с гравием (до 10 %) и единичной галькой	2
7. Песок среднезернистый с галькой и гравием (до 20 %)	5
8. Песок разнозернистый с галькой и гравием (до 20 %)	3
9. Гравийно-галечный материал	1
10. Песок мелкозернистый	1

Мощность разреза 20 м.

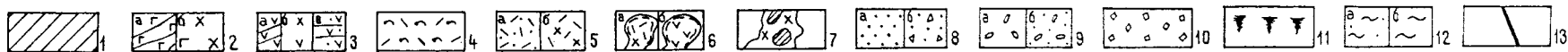
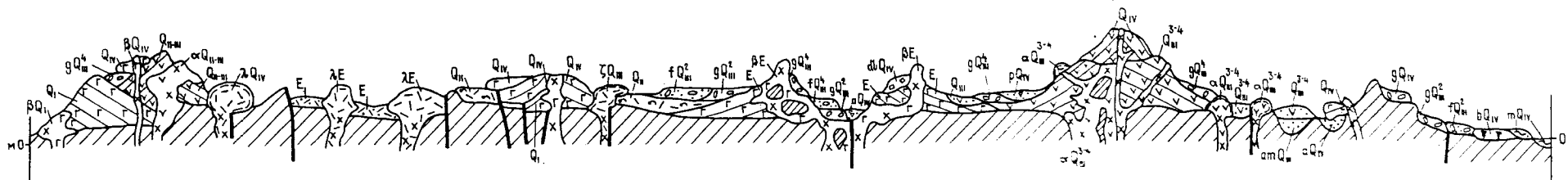


Рис. 3. Принципиальная схема соотношений четвертичных образований территории листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII.

1 — дочетвертичные образования; 2—6 — вулканогенные четвертичные образования: 2 — основного состава (а — преимущественно лавы, б — субвулканические тела — жерловины, в — пирокластические отложения), 3 — среднего состава (а — преимущественно лавы, б — субвулканические тела — жерловины, в — пирокластические отложения), 4 — покровы игнимбритов кислого состава, 5 — кислого состава (а — туфы, б — субвулканические тела — жерловины); б — экструзии (а — кислого, б — среднего состава); 7 — крупные ксенолиты (скрины) дочетвертичных пород в четвертичных субвулканических телах; 8—12 —

генетические типы рыхлых четвертичных отложений (тип указан латинской буквой перед возрастным индексом): 8 — а — аллювиальные (а), б — пролювиальные и пролювиально-делювиальные (р), 9 — а — ледниковые (g) и б — водно-ледниковые (f), 10 — обвальные (dl), 11 — органогенные (b), 12 — а — морские (m) и б — аллювиально-морские, дельтовые (am); 13 — тектонические нарушения.

Возраст четвертичных образований показан возрастными индексами, состав обозначен лишь для экструзий и субвулканических тел.

В целом с глубиной отмечается поглубление гранулометрического состава. Мощность отложений Халактырского пляжа превышает 30 м и по данным бурения достигает 80 м [130]. Высота (и мощность) штормовых валов уменьшается от 5 до 1,5 м по мере удаления от берега. Их ширина 20—50 м. Сложены хорошо сортированным песком, окатанными галькой и мелкими валунами. К морским отложениям примыкают дельтовые отложения рек, рассмотренные выше.

Озерно-болотные отложения (b) широко развиты в прибрежной части океанического побережья, в нижних течениях рек Авача, Вилюча, Мутновская, Асача. Крупные заболоченные участки площадью до 7 км² наблюдаются в долине р. Паратунка. Наиболее крупный участок закартирован в низовьях Авачи, где площадь этих отложений превышает 100 км². Они представлены переслаиванием торфа, суглинков, супесей и вулканического пепла. Верхнюю часть толщи составляет темно-бурый слабо разложившийся торф, нижнюю — слоистый тонкообломочный материал. Максимальная мощность слоя торфяников (до 8,5 м) отмечалась в скважинах к северо-западу от Халактырского озера [86].

Обвальные отложения (dl) связаны с современными сейсмическими явлениями в зонах тектонических нарушений. Довольно крупное поле площадью 5—6 км² закартировано по левобережью Асачи в южных склонах хр. Пемзовый. Он хорошо дешифрируется по холмистому рельефу, сопряженному с уступом отрыва. Отложения представлены обломочным глыбовым материалом. Размер глыб может быть более 10 м в поперечнике.

Ледниковые отложения (g) закартированы в северной части хр. Ивулк в междуречье Средней илевой Авачи и Кавычи. Так называемые «каменные морены», характеризующиеся грядово-концентрическим рельефом, покрывают днища обширных цирков на высотах 700—850 м. Их суммарная площадь не превышает 15 км², а площадь отдельных морен достигает 2 км². Высота (мощность) этих глыбово-щебнистых накоплений достигает 40 м. В плане они имеют изометричную, вытянутую каплевидную форму размером 0,5×1,0 км. Высота гряд на них достигает 15 м. Их образование связано с раннеголоценовым похолоданием и наступившим 5—7 тыс. лет назад климатическим оптимумом [29].

Отложения океанического шельфа (sh) представляют собой неконсолидированные осадки шельфа и континентального склона. В границах листов они изучены не по всей акватории. Южнее широты 52°20' исследования [74] не проводились. По данным опробования выделены поля гранулометрических типов осадков, которые покрывают дно сплошным чехлом: галечно-гравийные, гравийно-песчаные и алевритовые песчаные. В распределении этих типов каких-либо закономерностей не отмечено. Не замечено смены литофаций с увеличением глубины океана. Их распределение подчиняется структурно-морфологическим особенностям шельфа. Например, поля наиболее грубообломочной галечно-гравийной фации

распределяются в зоне широкой долины, которая простирается в глубь океана от устья Авачинской губы. Тем не менее, они формируют крупные по площади (минимум 20—30, а обычно 100—300 км²) поля фациально однородных осадков, относящихся к туфогенно-терригенному типу.

В вещественно-генетическом отношении выделено три подтипа туфогенно-терригенных осадков: слабокремнистые (SiO₂ — 10—30 %), слабокарбонатно-кремнистые (CaCO₃ — 10 %, SiO₂ — 10 %) и слабокарбонатные (CaCO₃ — 10—20 %).

Осадки слабокремнистого подтипа занимают примерно 80 % исследованного дна. Карбонатно-кремнистый подтип осадков отмечен в пределах Авачинской губы, а также на широте бухт Ахотен и Лиственичная на глубинах 100—150 м. Слабокарбонатные осадки встречены на глубинах 75—100 м в районе бухт Жирова и Вилючинская, а также бухты Безымянная (к югу от Авачинской губы).

Крупное поле смешанных осадков второго и третьего подтипов находится в основании континентального склона в долине на траверзе Авачинской губы. В пределах этого поля, а также в осадках самой бухты развивается моносльфид железа.

Почти повсеместно в отложениях отмечены повышенные содержания органического вещества и ртути.

Мощность донных осадков получена путем эхолотирования лишь по отдельным небольшим участкам дна на шельфе и на континентальном склоне на глубинах от нескольких до 2000 м. Независимо от глубины мощность в масштабе удвоенного времени прохождения акустических волн колеблется от 0,05 до 0,30, что может соответствовать мощности от 25 до 150 м.

МАГМАТИЗМ

В разделе рассматриваются докайнозойские плутонические и субвулканические образования, кайнозойские гипабиссальные интрузии и вулканические комплексы (рис. 4). Выявленная комагматичность вулканических комплексов и гипабиссальных интрузий позволяет выделить ряд вулкано-плутонических ассоциаций.

ДОКАЙНОЗОЙСКИЕ ПЛУТОНИЧЕСКИЕ И СУБВУЛКАНИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Ганальский район

ПАЛЕОЗОЙСКИЕ (?) ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Метаморфизованные габбро, габбро-амфиболиты (*v*PZ?) вскрываются в истоках руч. Каменистый в условиях плохой обнаженности в мелких тектонических блоках на площади 3 км². Это полосчатые, реже массивные амфиболовые, плагиоклаз-амфиболовые породы со сланцеватой и неясносланцеватой текстурой. В будинах сохраняется структура первично-интрузивной породы. Контакт габброидов и амфиболитов ганальской серии интерпретируется как интрузивный по наличию в экзоконтактах апофиз габброидов и по присутствию ксенолитов амфиболитов среди габброидов.

Первичный минеральный состав не восстанавливается, лишь в единичных случаях определяются зерна плагиоклаза, клинопироксена и буроватой роговой обманки. В целом же первичный состав замещен агрегатом олигоклаза, эпидота и сине-зеленой роговой обманки.

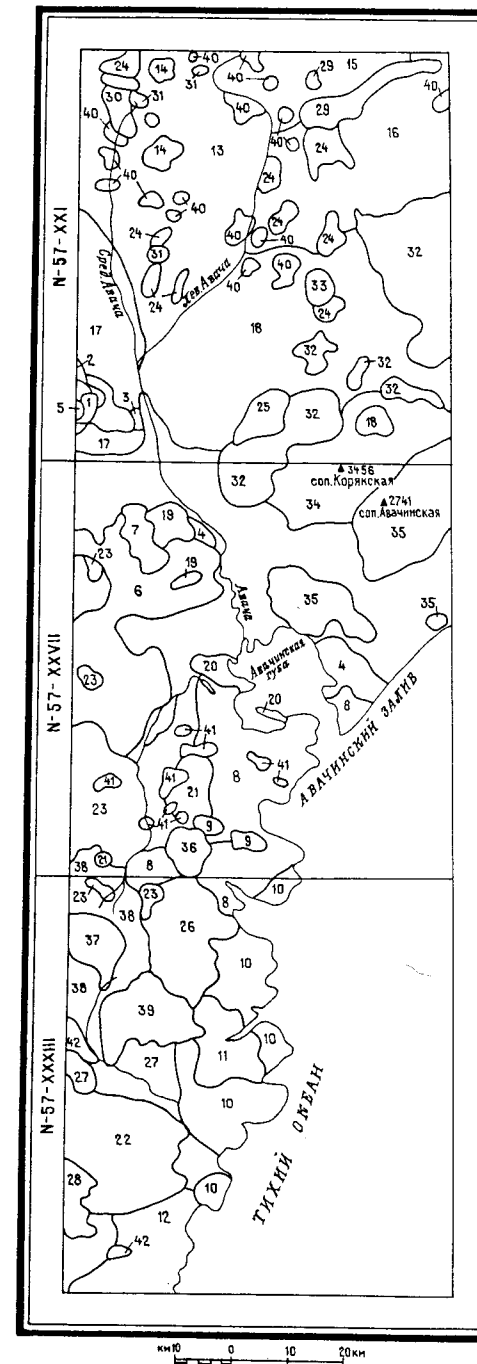
По химическому составу они тяготеют к породам, переходным от нормальной щелочности к субщелочным [73].

Палеозойский возраст образований предполагается на том основании, что они прорывают метаморфиты ганальской и стеновой серий и в свою очередь интрузируются позднепалеозойскими—раннемеловыми образованиями [73].

Рис. 4. Схема размещения магматических образований на территории листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII.

Принятые сокращения: МФ — региональная магматическая формация, ГК — гипабиссальный комплекс, ВК — вулканический комплекс.

1 — позднепалеозойские плутонические образования; 2 — раннемезозойские плутонические образования; 3 — раннемеловые субвулканические тела; 4 — позднемеловые субвулканические тела; миоценовые гипабиссальные интрузии: 5 — интрузия руч. Каменистый, 7 — южнобыстринский ГК, 9 — завойковский ГК, 11 — ахотенский ГК; 14 — плиоценовые гипабиссальные интрузии тимоновского ГК; ВК миоценовой МФ: 6 — южнобыстринский, 8 — завойковский, 10 — ахотенский, 12 — юшинский; ВК плиоценовой андезито-базальтовой МФ: 13 — тимоновский, 15 — киркинский, 16 — гаванский, 17 — вахталкинский, 18 — китхойский, 19 — седловский, 20 — крашенинниковский, 21 — зеленковский, 22 — вичаевский; 23 — плиоцен-эоплейстоценовая риодацитовая МФ, карымшинский ВК; ВК эоплейстоцен-раннеплейстоценовой базальтовой МФ: 24 — среднеавачинский, 25 — пиначевский, 26 — жировской, 27 — веселовский, 28 — острогорский; ВК плейстоцен-голоценовой андезито-базальтовой МФ: 29 — семьячский, 30 — бакенингский, 31 — новобакенингский, 32 — купольный, 33 — вершинский, 34 — корякский, 35 — авачинский, 36 — вилочинский, 37 — гореловский, 38 — толмачевский, 39 — мутновский; ВК голоценовой базальтовой МФ: 40 — верхнеавачинский, 41 — бархатный, 42 — тундровский.



Гранодиориты ($\gamma\delta MZ_1$?) наблюдаются на междуречьелевой и Правой Вахталки на площади 10—12 км² (лист N-57-XXI). Их интрузивный контакт с позднепалеозойскими габброидами изучен на левом бортулевой Вахталки [73]. Однако в большинстве случаев тела этих пород имеют тектоническое ограничение. Они интенсивно метаморфизованы, превращены в бластокатаклазиты и бластомилониты, имеют очково-сланцевую текстуру. Первичная полнокристаллическая структура исходных пород сохраняется в будинах. В них распознаются призматическизернистая, гипидиоморфнозернистая структуры. Они сложены в основном на 60—80 % призматическими зернами альбитизированного плагиоклаза до 2 мм в длину. Кварц образует зерна до 2 мм в диаметре, его содержание в породе колеблется от 5 до 20 %. Цветные минералы замещены агрегатом хлорита, эпидота, биотита и бесцветного амфибола. Акцессорные представлены апатитом.

Химический состав пород отличается повышенной щелочностью и пониженным содержанием кальция [73]. Средняя плотность 2,72 г/см³, средняя магнитная восприимчивость 903×10^{-6} ед. СГС. Содержание редких и рассеянных элементов близко к кларковому.

Раннемезозойский возраст пород предполагается на том основании, что они прорывают палеозойские (?) габброиды и сами интрузируются позднемеловыми гранодиоритами [73].

РАННЕМЕЛОВЫЕ СУБВУЛКАНИЧЕСКИЕ ТЕЛА

Тела сложены дацитами (ζK_1), которые встречены на правобережье Вахталки (лист N-57-XXI), где они слагают куполообразное тело с параметрами 5×2 км среди отложений киргупской свиты. Отдельные дайки дацитов секут сланцы стеновой серии. Мощность даек от первых до десятков метров. Дациты светло-серого цвета с вкрапленниками плагиоклаза и кварца. В приконтактных частях они рассланцованы, превращены в полосчатые милониты. В центральной части тел сохраняется порфировая структура. Основная масса полностью перекристаллизована и превращена в агрегат хлорита, биотита, роговой обманки и эпидота. По химическим особенностям породы относятся к нормальному ряду, к натриевой серии и характеризуются высокой глиноземностью [73].

Возраст дацитов принимается условно на основании возраста раннемеловых вмещающих их пород.

Субвулканические тела долеритов (βK_2 ?), габбро-долеритов и диоритов (δK_2 ?) структурно и пространственно сопряжены с вулканическими отложениями верхней подтолщи никольской толщи. Долериты образуют послойные инъекции среди кремнистых сланцев и туфов. Гофрированные экзоконтакты свидетельствуют о внедрении долеритов в слаболитифицированные осадки. Породы обнажены в узком горстово-блоковом поднятии массивов гор Петровская и Раковая (г. Петропавловск-Камчатский), по берегам Авачинской губы. Площадь их невелика — 12 км².

Породы тектонизированы и зеленокаменно изменены. Большая часть контактов тектоническая. Наблюдения на мысе Сероглазка свидетельствуют о сложной морфологии тел. Отмечено ветвление тел, апофизы. В эндоконтактах структура порфировых пород становится афанитовой. Преобладают породы базальтового состава. Это зеленокаменно измененные массивные мелко- и крупнозернистые породы. Они обнаруживают призматическизернистую, габброофитовую, пойкилоофитовую, вторичную — бластовую структуры. В их составе альбитизированный плагиоклаз (до 60 %), клинопироксен (30—35 %), рудный (до 5 %). Редко присутствуют роговая обманка и оливин. В лейкократовых разностях плагиоклаз составляет до 90 % объема породы. В телах сопки Петровская и мыса Сероглазка наблюдались дендритовидные кристаллы клинопироксена длиной до 3,5 мм.

Кроме того, встречаются мелкозернистые или афанитовые породы со сферолитовыми сростками плагиоклаза диаметром до 4 мм. Структура их микродолеритовая, метельчатая. Основная масса представлена продуктами изменения стекла — тонкозернистым хлорит-плагиоклазовым агрегатом с редкими микролитами плагиоклаза и авгита.

К югу от устья р. Халактырка на побережье океана закартированы диорит-порфириды и порфировидные диориты, образующие небольшое тело площадью около 1 км². Это породы, состоящие из плагиоклаза (до 60 %), клинопироксена (до 25 %), кварца (до 5 %), калишпата (до 5 %), биотита (до 5 %). Плагиоклаз-лабрадор альбитизирован, участками замещен гидрослюдами. Кварц и калишпат образуют ксеноморфный агрегат в интерстициях плагиоклаза и пироксенов. Акцессорные представлены апатитом и сфеном.

У подножия северного склона горы Раковая среди кремнистых сланцев отмечен небольшой шток порфировидных сиенитов (ξK_2 ?). Это породы с порфировидной структурой с микрогипидиоморфнозернистой основной массой. Вкрапленники (10 %) представлены олигоклазом-андезином и клинопироксеном. В основной

Таблица 1

Химический состав верхнемеловых вулканитов

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	3-3	47,60	0,61	16,92	2,38	6,32	0,16	6,90	10,08
2	4/2	47,92	1,45	15,48	3,78	6,32	0,18	11,52	7,30
3	4005	48,16	1,26	17,24	5,02	4,32	0,17	7,98	7,01
4	3-5	49,72	0,57	16,34	4,23	4,38	0,15	9,79	7,58
5	П-999	50,50	1,38	14,80	1,75	7,11	0,19	6,81	11,00
6	1878	51,36	1,28	15,49	3,04	5,96	0,16	7,70	6,79
7	1076-1	52,00	0,76	14,57	2,03	6,54	0,21	7,14	9,70
8	3758	59,38	0,86	16,67	2,17	2,57	0,09	2,70	2,41

Окончание табл. 1

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	п.п.п.	Сумма
1	3-3	3,81	0,80	0,05	0,10	0,1	0,25	3,95	—	99,83
2	4/2	2,29	0,29	0,12	0,14	0,10	0,14	2,80	—	99,73
3	4005	3,05	1,87	0,38	—	0,04	0,64	2,51	—	99,65
4	3-5	3,88	0,27	0,04	0,10	0,10	0,22	2,66	—	99,83
5	П-999	2,88	0,43	0,13	—	—	—	—	2,35	99,33
6	1878	4,68	0,12	0,12	0,22	0,18	0,30	2,30	—	99,70
7	1076-1	2,12	0,89	0,21	0,1	0,68	0,70	2,16	—	99,71
8	3758	3,64	7,50	0,18	0,04	0,01	0,31	1,27	—	99,80

Примечание. 1, 3—6 — базальты (потоки); 2, 7, 8 — субвулканические тела: 2 — долерит, 7 — диорит, 8 — сиенит порфиroidный; 1, 4 — бухта Моховая; 2 — мыс Сероглазка; 3 — гора Раковая; 5 — западные горы Мишенная (отм. 382 м); 6 — сопка Петровская; 7 — оз. Мелкое; 8 — р. Халактырка. Образцы из коллекций: 1, 2, 4 — Б. И. Сляднева [138]; 3, 5—6, 8 — Н. Ф. Данилеско [86]; 7 — В. С. Шеймовича [148].

массе, помимо калишпата, присутствует небольшое количество (до 5 %) кварца, биотита. Характерно повышенное содержание акцессорного апатита.

Вторичные изменения в породах выражены в новообразованиях кварца, мусковита, цеолитов, хлорита, гематита, пумпеллиита, пренита, карбоната и глинистых минералов. С выходами субвулканических тел сопряжены небольшие обнажения серпентинитов, которые обнаружены к югу от устья р. Халактырка, по берегам Авачинской губы.

Долериты и базальты характеризуются низкой калиевоcтью, высокой и умеренно высокой магниальностью, умеренно высокой титанистостью и низкой глиноземистостью (табл. 1), а также умеренно низкими содержаниями Rb, Ba, Sr [45].

Сиениты отличаются высокой щелочностью (сумма щелочей до 11 %).

Выходам тел соответствует линейно-вытянутое магнитное поле интенсивностью 1—3 мЭ. Они тяготеют к цепочке локальных максимумов силы тяжести северо-западного простирания.

Возраст субвулканических тел условно принимается позднемеловым в соответствии с тесными пространственными и генетическими связями с отложениями никольской толщи.

КАЙНОЗОЙСКИЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

МИОЦЕНОВЫЕ ГИПАБИССАЛЬНЫЕ ИНТРУЗИИ

Паратунско-Асачинский район

Завойковский гипабиссальный интрузивный комплекс ($\gamma\delta N_{1zv}$)

В состав комплекса входят интрузии р. Большая Саранная, сложенные гранодиоритами, кварцевыми диоритами и диоритами. Площадь основного интрузивного массива около 40 км². Породы прорывают отложения олигоцен-миоценовой мутновской толщи и субвулканические тела андезитов поздней фазы завойковского вулканического комплекса. Ксенолиты этих тел постоянно отмечаются в гранодиоритах. Интрузия перекрыта покровами андезибазальтов плиоценового зеленовского вулканического комплекса. Химический состав пород отражен в табл. 2. Породы принадлежат к известково-щелочной серии. Содержание натрия резко преобладает над калием.

Калий-аргоновый возраст диоритов интрузии р. Большая Саранная соответствует 14,6 и 11,7 млн лет.

Южнобыстринский гипабиссальный интрузивный комплекс ($\delta-\delta\pi, \delta-\nu, \gamma\delta N_{jub}$)

К комплексу отнесены интрузии горного массива горы Глиняная в бассейне рек Половинка и Средний Ручей. Их площадь около 50 км². Они характеризуются преобладанием пород с зернистой структурой над породами с порфиroidными и порфиroidными структурами. В северной части горного массива преобладают диориты и диорит-порфириды, в южной части заметную роль играют габбро, которые встречаются совместно с диоритами и диорит-порфиридами. Все разновидности пород слагают пластовые дайкообразные тела, имеющие взаимосекущие отношения. Они прорывают образования южнобыстринского вулканического комплекса, ороговиковывая их, и перекрыты покровами андезитов плиоценового седловского комплекса. Химический состав пород близок к составу вулканитов

Таблица 2

Химический состав пород завойковской вулcano-плутонической ассоциации

№ п. п.	Номер образца	Завойковский вулканический комплекс											Сумма				
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅		SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺
<i>Ранняя фаза</i>																	
1	162-1	70,31	0,30	15,04	1,32	1,41	0,08	1,04	3,88	1,90	0,08	—	—	0,30	0,56	—	98,85
2	160	71,42	0,37	14,00	1,31	1,08	0,08	1,00	3,39	3,51	0,08	<0,1	<0,1	0,20	0,10	—	100,02
3	626	72,94	0,20	13,78	1,54	0,96	0,06	0,99	3,35	2,93	0,10	—	—	0,24	—	—	99,28
<i>Поздняя фаза</i>																	
4	1098	50,82	1,05	17,30	5,72	2,94	0,14	4,68	4,00	1,17	0,19	<0,1	2,02	0,57	2,87	—	99,97
5	893	52,00	0,77	19,65	3,83	4,38	0,18	4,27	3,11	0,69	0,12	<0,1	<0,1	0,59	0,30	—	99,65
6	128	53,98	0,89	18,15	4,07	4,17	0,20	3,31	7,07	4,25	0,16	<0,1	0,71	0,41	1,66	—	99,97
7	119	54,06	0,75	16,63	4,90	3,28	0,17	5,24	3,04	0,89	0,13	—	0,14	1,34	1,01	—	98,79
8	117	57,07	1,15	16,90	4,81	3,59	0,13	3,44	5,15	1,05	0,24	—	—	1,59	0,77	—	99,89
<i>Завойковский гипабиссальный комплекс</i>																	
9	248	57,61	0,71	18,05	2,60	4,45	0,14	3,30	6,71	3,36	0,12	—	—	0,20	0,91	—	99,03
10	1110	59,60	0,80	17,09	1,72	4,28	0,12	3,06	7,07	3,28	0,12	<0,1	<0,1	0,36	1,12	—	99,94
11	202	61,42	0,75	16,51	2,26	4,05	0,16	2,78	6,34	3,60	0,13	<0,1	<0,1	0,19	0,4	—	100,24
12	1116	65,12	0,61	16,00	1,72	2,97	0,07	1,90	4,71	4,24	0,15	<0,1	<0,1	0,51	0,20	—	99,68

Примечание. 1—3 — субвулканические тела риодацитов, берега оз. Пресное; 4—8 — субвулканические тела и дайки; 4, 6 — диорит-порфириты, 5 — порфириновый диорит, 7, 8 — андезиты; 9—11 — диориты, кварцевые диориты; 12 — гранодиорит. 4 — р. Средняя Саранная; 5 — гора Сельдевая; 6 — гора Тарья; 7 — о. Старичков; 8 — р. Приливная; 9—12 — Большая Саранная. Образцы из коллекций: 1, 2, 4—12 — В. С. Шеймовича [148]; 3 — С. Е. Апрелькова [5].

Таблица 3

Химический состав пород южнобыстринского гипабиссального комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO
1	104-2	50,80	1,25	15,48	5,41	4,04	0,27	7,34
2	3140	51,00	0,86	16,12	4,08	4,84	0,20	6,94
3	4101-1	52,98	0,89	21,46	4,53	2,96	0,16	2,46
4	3130	53,42	1,08	16,44	4,95	4,78	0,18	5,00
5	3341	54,17	0,79	19,07	4,17	3,72	0,17	4,23
6	88	55,46	1,55	17,05	4,97	3,43	0,20	3,67
7	3335	56,02	0,78	18,35	4,38	3,74	0,28	4,27
8	76-6	56,98	1,98	16,21	3,97	4,15	0,17	3,87
9	3145	57,46	0,92	16,23	3,41	4,51	0,17	4,11
10	4096-1	59,38	0,89	15,66	2,57	4,87	0,16	3,83
11	1604-1	66,60	0,43	17,41	1,68	1,65	0,06	1,09

Окончание табл. 3

№ п. п.	Номер образца	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O	Сумма
1	104-2	12,06	1,75	0,38	0,06	0,13	0,07	0,85	99,89
2	3140	12,00	2,50	0,40	0,11	0,12	—	0,72	99,89
3	4101-1	9,31	2,55	0,42	0,14	0,32	0,15	1,43	99,76
4	3130	8,08	2,02	1,75	0,07	0,08	0,17	1,77	99,79
5	3341	6,34	2,03	1,33	0,18	0,06	0,51	3,04	99,81
6	88	7,69	2,50	0,76	0,09	0,17	0,04	2,34	99,92
7	3335	6,68	2,58	0,78	0,12	—	0,20	1,55	99,73
8	76-6	7,74	3,35	0,30	0,09	0,19	0,02	0,98	100,0
9	3145	7,68	2,50	1,50	0,10	0,06	0,06	1,61	100,32
10	4096-1	6,90	2,52	1,52	0,11	0,08	0,04	1,31	99,84
11	1604-1	2,07	3,34	3,00	0,15	0,23	0,09	2,28	100,08

Примечание. 1—2 — габбро; 3—10 — диориты (массив горы Глиняная); 11 — гранодиорит (истоки р. Паратунка). Образцы из коллекций: 1—10 — А. А. Матвиенко [115]; 11 — Е. А. Лоншакова [110].

одноименного комплекса (табл. 3). Возраст интрузивных пород принимается миоценовым, исходя из их соотношений с секущими и перекрывающими образованиями.

Породы интрузий завойковского и южнобыстринского гипабиссальных комплексов близки по составу. Диориты обнаруживают типичные структурно-текстурные признаки этих пород. Плагноклаз (до 60 % объема породы) имеет состав андезина—кислого лабрадора (№ 35—52). Темноцветные минералы — обыкновенная роговая обманка и клинопироксен составляют 30 % объема породы. Небольшое количество (около 10 %) гранофирового агрегата кварца и калишпата заключено в интерстициях названных минералов.

Аксессуары представлены апатитом и цирконом, рудные — титаномагнетитом.

Кварцевые диориты отличаются повышенным содержанием (до 30 %) интерстиционного кварц-калишпатового агрегата, имеющего микропегматитовую структуру.

Среди гранодиоритов наиболее типичны биотит-роговообманковые разновидности. В их составе отмечается до 35 % калишпата, 40—50 % зонального плагиоклаза, до 30 % кварца. Среди аксессуарных отмечены апатит, сфен, циркон.

Для габбро характерна неравномернозернистая субофитовая, габбровая структура, массивная текстура, преобладание плагиоклаза над пироксенами и оливином (единичные зерна). В интерстициях зерен присутствует кварц-калишпатовый агрегат. Аксессуарные и рудные минералы те же, что и в диоритах.

Роговики в экзоконтактах интрузий обладают бластопсаммитовой и гранобластовой структурами. В их составе плагиоклаз, кварц, моноклинный пироксен, биотит, актинолит. Присутствуют магнетит, апатит, эпидот.

Ахомтенский гипабиссальный интрузивный комплекс ($\gamma\delta N_1 ah$)

Комплекс имеет довольно пестрый гранитоидный состав пород, формирующих известный Ахомтенский гранитоидный массив, в строении которого принимают участие гранодиориты, граниты, аляскиты, аляскитовые граниты, жилы аплитов. Диаметр массива около 20 км. Наблюдаются два типа контактов с породами одноименного вулканического комплекса, среди которых располагаются гранитоиды. Наряду с четкими секущими контактами с роговикованием вмещающих пород в зонах мощностью до 100 м наблюдаются более сложные соотношения с постепенными переходами к телам питающей системы ахомтенского вулканического комплекса.

Внутри поля гранитов—гранодиоритов участки аляскитов, аляскитовых гранитов также имеют контакты типа постепенного перехода.

Вмещающие вулканические породы вблизи контакта эпидотизированы, хлоритизированы. Гранитоиды повсеместно содержат включения пород субвулканических тел поздней фазы вулканического комплекса. По периферии интрузии включения часто имеют отчетливые границы, ближе к центральной части отмечаются лишь тени включений. Вместе с тем, валовый состав гранитоидов «осредняется».

Граниты — наиболее характерные породы комплекса. Это средне- и крупнозернистые породы, нередко порфиroidные. Среди них выделяются биотитовые, биотит-роговообманковые разновидности. В их составе (%): калишпат — до 50, зональный плагиоклаз — до 20, ксеноморфные зерна кварца — до 30, биотит и

роговая обманка — до 15. Из аксессуарных присутствуют апатит, сфен, циркон, иногда ортит, флюорит, турмалин.

Гранодиориты отличаются от гранитов большим содержанием плагиоклаза (40—50 %) и соответственно меньшим — кварца и калишпата, наличием моноклинного пироксена, замещаемого роговой обманкой.

Вторичные минералы в этих породах представлены хлоритом, реже эпидотом, цеолитом, адуляром.

Аляскиты имеют исключительно лейкократовый состав, гранитную структуру, а в турмалиновых разностях — нематогранобластовую. Порода состоит из кали-натрового полевого шпата (50—60 %), ксеноморфных зерен кварца (25 %), альбита—олигоклаза (10—25 %), единичных чешуек биотита и призм роговой обманки. В турмалиновых разностях зеленовато-бурые кристаллы образуют сноповидные сростки.

Аплиты и пегматиты имеют типичные для этих пород структурно-текстурные особенности. Среди пегматитов по составу выделяются биотит-полевошпатовые, кварц-калишпатовые, турмалин-калишпат-кварцевые, плагиоклаз-амфиболовые. В прожилках встречаются магнетитовые, графитовые, турмалиновые минеральные обособления.

Полифациальность Ахомтенского массива часть исследователей [14] объясняют неравномерной проработкой исходного субстрата (субвулканические тела ахомтенского вулканического комплекса) при флюидно-метасоматическом воздействии на него. По мнению других [111], массив имеет сложную историю становления. В первую очередь сформировались гранодиориты и граниты, позже — мелкие изометричные тела аляскитов, а также жильные образования аплитов. Завершается становление комплекса образованием пегматитов. В защиту первой точки зрения свидетельствуют Rb/Sr определения гранодиоритов, аляскитов, пегматитов, выстраивающиеся в единую изохрону, в защиту второй — наличие секущих контактов.

Гранитоиды близки по петрофизическим свойствам. Средние значения объемной плотности этих пород 2,54—2,56 г/см³. В геофизических полях гипабиссальный интрузивный комплекс не выделяется характерными аномалиями. На карте аномального магнитного поля он, совместно с вулканическим комплексом, характеризуется ровными положительными аномалиями интенсивностью 5—7 мЭ. На гравиметрической карте ему соответствует отрицательная неинтенсивная аномалия. На плотностной модели, построенной по комплексу геофизических данных [148], интрузивные образования прослежены по вертикали на глубины около 10 км.

Проведенные изотопно-геохимические исследования [14] пород интрузивного комплекса позволяют прийти к следующим выводам.

Начальное изотопное ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr отношение в них (0,7034) свидетельствует о мантийной природе вещества гранитоидов [14].

Сказанное подтверждается результатами измерения изотопного состава неодима, которые в целом (в пяти образцах) типичны для пород деплетированной мантии ($Nd = +5,7-9,8$). Однако этому полностью противоречат данные по изотопному составу кислорода, которые обеднены тяжелым изотопом $^{18}O = +6,0-7,0$, что определенно указывает на обмен кислорода силикатов с поверхностными, в основном атмосферными водами. Слабая измененность гранитоидов указывает на то, что этот обмен происходил при температурах, возникающих на стадии расплава или предшествовал ей. Все это (наряду с геолого-петрографическими особенностями) позволяет высказать предположение, что гранитоиды Ахомтенского массива образовались за счет флюидной переработки исходного материала основного состава с последующими или одновременными с переработкой выплавками кислого состава.

В петрохимическом отношении гранитоиды наследуют черты одноименного вулканического комплекса (табл. 4) и принадлежат

Таблица 4

Химический состав гранитоидов ахомтенского гипабиссального комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	3575	60,29	0,57	19,14	1,25	4,45	0,11	2,22	5,10
2	С-3	60,30	0,31	14,50	6,13	6,19	0,50	1,27	1,41
3	3532	65,60	0,41	15,70	1,88	3,59	0,10	1,73	3,81
4	3554	68,43	0,39	14,67	1,92	2,66	0,08	1,49	3,08
5	15	71,74	0,33	14,85	0,25	2,74	0,05	0,83	2,35
6	29	72,78	0,30	13,90	0,39	2,30	0,09	0,95	2,35
7	16	76,17	0,27	11,64	0,75	1,80	0,03	0,56	2,36
8	1565-5	76,44	0,13	11,91	0,01	1,18	0,02	0,16	0,53

Окончание табл. 4

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Сумма
1	3575	3,01	1,99	0,12	0,03	—	0,17	1,15	99,60
2	С-3	3,66	3,00	0,06	0,08	—	0,73	2,10	100,24
3	3532	3,90	2,50	0,14	0,03	0,01	0,42	0,26	100,08
4	3554	3,37	3,00	0,18	0,10	0,02	0,62	0,04	100,05
5	15	3,41	2,70	0,07	0,04	—	0,80	0,47	100,63
6	29	3,55	3,08	0,07	0,12	—	0,01	0,21	100,10
7	16	3,33	3,17	0,04	0,08	—	0,02	0,52	100,74
8	1565-5	2,36	7,20	0,04	0,12	—	—	—	100,10

Примечание. 1, 2 — кварцевые диориты; 3, 4 — гранодиориты; 5, 6 — граниты; 7 — аляскит; 8 — аплит. 1, 3, 4 — р. Лиственичная; 2, 5—7 — бухта Ахомтен; 8 — р. Малышка. Образцы из коллекций: 1, 3, 4, 7 — Е. А. Лоншакова [111]; 2, 5—7 — А. А. Ташлинского [111].

к известково-щелочной серии, продолжают рой вулканитов на диаграммах. Наиболее кислые разности (аляскиты, аплиты, граниты) обнаруживают широкие вариации в концентрациях сумм щелочей от 10 до 4,5 %. Породы заметно обогащены висмутом, свинцом, сурьмой, молибденом. В аплитах и пегматитах к этим элементам добавляются олово и кадмий [68].

Возраст гранитоидов принимается на основании Rb-Sr определений пород Ахомтенского массива [14]. Всего проведено 16 определений — пяти мономинеральных и 11 валовых проб из гранодиоритов, аляскитов и аплитов. Все определения, несмотря на значительную пространственную разобщенность проб, образуют изохрону, составляющую $12,1 \pm 0,6$ млн лет, а начальное изотопное отношение $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,7034$. Имеется одно K-Ar определение аплита — $11,0 \pm 0,4$ млн лет. Видимо, возраст 12 млн лет (конец среднего миоцена) отражает основную фазу формирования комплекса.

НЕРАСЧЛЕННЫЕ ГИПАБИССАЛЬНЫЕ ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Интрузия диоритов, кварцевых диоритов (δN_1) закартирована в бассейне руч. Каменистый. Диориты прорывают позднепалеозойские габброиды и метаморфиты ганальской серии. Площадь ее выходов не превышает 10 км². Экзоконтактовые изменения выражаются в развитии во вмещающих породах эпидота, пирита, прожилков калишпата толщиной до 5 см.

Диориты представляют собой светло-серые, зеленовато-серые мелко-среднезернистые массивные породы с содержанием кварца до 15 % и калиевого полевого шпата до 10 %. Структура пород гипидиоморфнозернистая. В их составе преобладает андезин—лабрадор (до 75 %). Среди темноцветных отмечены (%): зеленовато-бурая роговая обманка — от 10 до 30, биотит — до 15, моноклинный и ромбический пироксен — до 25. Среди вторичных минералов определены карбонат, хлорит, серицит, эпидот, амфибол. Акцессорные представлены апатитом, сфеном, рутилом.

В петрохимическом отношении породы принадлежат к известково-щелочной серии, но отличаются весьма низким содержанием K₂O (менее 0,60 %) и высокой глиноземистостью. Отмечается повышенное содержание хрома и устойчивое пониженное содержание титана, никеля, циркона. Плотность диоритов $2,35-2,98$ г/см³, магнитная восприимчивость составляет $(40-4200) \times 10^{-6}$ ед. СГС. Калий-аргоновый возраст диоритов — $20 \pm 0,3$ млн лет. На смежной к западу территории диориты прорывают олигоцен-миоценовые отложения [73].

ПЛИОЦЕНОВЫЕ ГИПАБИССАЛЬНЫЕ ИНТРУЗИИ

Южно-Валагинский район

Тимоновский гипабиссальный интрузивный комплекс ($\gamma\delta N_2tm$)

Комплекс, сложенный телами диоритов, гранодиоритов, закартирован в истоках р. Кавыча, в пади Тимоновская среди эффузивно-пирокластических покровов и субвулканических тел одноименного вулканического комплекса. Площади гипабиссальных интрузий достигают 10 км². Характер их контактов позволяет предполагать метасоматический генезис этих пород. В зонах контактов наблюдаются карбонатизированные, пропилитизированные породы, отмечается окварцевание, турмалинизация и биотитизация. Как правило, в интрузиях встречается большое количество включений андезитов и диорит-порфиритов. Отчетливые секущие контакты отмечались лишь у жильных гранитоидных образований.

Таблица 5

Химический состав диоритов и гранитоидов тимоновского гипабиссального комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	308a	57,50	0,36	20,12	1,44	4,95	0,07	2,98	6,06	2,93
2	12	58,15	0,64	16,03	4,79	1,97	0,13	4,75	6,01	3,72
3	3095	59,44	0,82	16,47	2,55	3,74	0,11	2,70	6,0	3,56
4	93	62,02	0,69	15,62	1,49	4,04	0,10	2,61	5,50	3,36
5	5428-1	64,52	0,56	14,75	2,15	2,79	0,09	2,50	4,15	3,35
6	1042	71,52	0,51	13,29	1,87	1,84	0,05	0,60	2,36	3,40

Окончание табл. 5

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	308a	2,15	0,20	—	—	0,28	—	—	99,04
2	12	1,25	0,16	<0,1	0,7	2,14	0,18	—	100,62
3	3095	2,35	0,21	0,11	1,43	0,2	0,16	—	99,85
4	93	2,62	0,16	<0,1	0,39	0,73	<0,1	—	99,33
5	5428-1	3,14	0,14	0,05	0,09	1,09	Н. о.	—	99,37
6	1042	3,85	0,06	0,05	0,13	0,12	0,02	—	99,67

Примечание. 1—4 — кварцевые диориты; 5 — гранодиорит; 6 — аплитовидный гранит-порфир; 4, 5, 6 — падь Тимоновская; 1 — гора Скалистая; 2 — р. Левая Авача; 3 — р. Средняя Авача. Образцы из коллекций: 1 — Б. К. Долматова [88]; 2, 4 — В. С. Шеймовича [148]; 3, 5, 6 — Э. А. Химченко [144].

Породы комплекса имеют гипидиоморфнозернистую и порфировидную структуры. В них широко распространены участки с микропегматитовой, гранофировой структурами с развитием в них кварца, калишпата и биотита. Химический состав пород приведен в табл. 5. Их К-Аг возраст по двум определениям (падь Тимоновская) составляет 4,48 и 4,50 млн лет.

КАЙНОЗОЙСКИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Вулканические комплексы объединены нами для удобства описания в региональные вулканические формации, которые рассматриваются нами как сообщества вулканических комплексов, сформировавшихся в сходной обстановке [42]. Выделены следующие региональные формации [20]: миоценовая андезитовая, плиоценовая андезито-базальтовая, плиоцен-эоплейстоценовая риодацитовая, эоплейстоцен-раннеплейстоценовая базальтовая, плейстоцен-голоценовая андезито-базальтовая (стратовулканов), голоценовая базальтовая (ареального вулканизма).

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ МИОЦЕНОВОЙ АНДЕЗИТОВОЙ ФОРМАЦИИ

Паратунско-Асачинский район

Миоценовая андезитовая формация выделена [20] как сообщество миоценовых комплексов, закартированных в Центральной и Юго-Восточной Камчатке. На территории листов эти образования развиты преимущественно в Паратунско-Асачинском районе.

Все комплексы этой формации характеризуются общностью времени формирования, подтвержденного данными К-Аг, Rb-Sr определений, иногда — палеонтологических определений, а также стратиграфического положения вулканитов. В целом они образуют один латеральный ряд комплексов.

Объединение геологических тел в комплексы проведено в основном по пространственно-структурному признаку, то есть объединены смежные или близко расположенные субвулканические и покровные разновозрастные образования. Их выходы совпадают с горстами, и на карте локальных аномалий силы тяжести формация в целом характеризуется положительными значениями Δg . Магнитное поле над выходами формации положительное. Аномалии его в общем имеют меридиональное простирание. Плотностные характеристики пород типичны для кайнозойских эффузивно-пирокластических и интрузивных пород. На аэрофото- и космоматериалах поля формации совпадают с ландшафтами интенсивно расчлененного среднегорья, с интенсивно развитой речной системой. Литология и элементы слоистости не дешифрируются. В отличие от образований

более молодых формаций субвулканические тела не отделяются от эффузивно-пирокластических фаций.

Породы формации охарактеризованы значительным числом химических анализов (табл. 2, 6, 7, 8, 9), из которых видно, что все они принадлежат к одной известково-щелочной серии.

При преобладании пород андезибазальтового и андезитового состава они дифференцированы от базальтов до риолитов. Большие трудности возникают при разделении субвулканических тел и тел гипабиссальных интрузивных комплексов, так как практически все интрузии в вулканическом районе являются многофазными и имеют «порционное» пластово-дайковое строение. Таково строение тел юшинского, южнобыстринского, поздней фазы ахонтенского вулканических комплексов.

Приведем краткое описание основных петрографических разновидностей, слагающих эффузивно-пирокластические покровы и интрузивные субвулканические тела формации.

Андезиты характеризуются порфировой, гломеропорфировой структурами и гиалопилитовой, пилотакситовой основной массой, массивной и миндаляковой текстурами. Вкрапленники (до 30 % объема породы) представлены преимущественно лабрадором, моноклинным пироксеном. Реже встречаются ромбический пироксен и роговая обманка. Стекло основной массы замещено хлоритом и глинистыми минералами, кварцем и карбонатом. Вкрапленники замещаются карбонатом, хлоритом и эпидотом. В андезибазальтах вкрапленников несколько больше (до 40 %). Среди них преобладает лабрадор (до 30 %), встречается моноклинный пироксен и оливин. Основная масса состоит из микролитов кислого лабрадора, зерен пироксена, рудного минерала и стекла. Характер изменений тот же, что и в андезитах. Нужно отметить широкое развитие пренит-карбонатных прожилков с вкрапленностью борнита и халькозина, наличие проволочек самородной меди в миндаляках пород.

Среди туфов отмечается широкая гамма пород — от андезибазальтового до дацитового состава, а по структуре — от алевритовых до псефитовых. Среди них выделяются литокластические и кристаллокластические разновидности. Для дацитовых туфов типичен витрокластический компонент. Обломки пород чаще всего представлены пемзами, основными массами дацитов, андезитов, андезибазальтов; кристаллокластический компонент сложен минералами-вкрапленниками этих пород — плагиоклазом и пироксенами, встречаются кварц и биотит. Цемент пород контактовый, поровый, редко — базальный. В последних случаях он полностью замещен карбонатом и серицитом. По туфам гнездами развивается агрегат эпидота, карбоната, гидрослюд.

Субвулканические тела андезитов и андезибазальтов по составу слабо отличаются от покровов. Их характерной чертой является повышенное количество габброидных ксенолитов и более высокая, чем у покровов, степень зеленокаменных преобразований. Часть тел андезитов подверглась интенсивной альбитизации.

Дациты субвулканических тел содержат до 40 % вкрапленников олигоклаза—андезина, моноклинного пироксена, роговой обманки, биотита. Основная масса микрофельзитовая. Текстура массивная или флюидальная. В риодацитах и риолитах увеличивается содержание вкрапленников кварца и роговой обманки. Кроме типичного апатита, аксессуарные представлены цирконом. Основная масса в кислых породах замещается агрегатом кварца, альбита, эпидота, хлорита.

Диорит-порфиры объединяют широкую гамму порфирных пород с микропризматическзернистой структурой основной массы. Содержание вкрапленников в них варьирует от 10 до 40 %. По составу вкрапленников выделяются плагиоклаз-пироксеновые (редко с оливином) и плагиоклаз-роговообманковые (иногда с биотитом и кварцем) породы. В основной массе помимо плагиоклаза и пироксена часто присутствует кварц-полевошпатовый агрегат с микрогранофировой структурой и шахматным пятнистым погасанием. В ряде случаев отмечен переход диорит-порфиритов к диоритам и кварцевым диоритам.

Завойковский вулканический комплекс

Комплекс объединяет миоценовые вулканические покровные и интрузивные субвулканические образования, развитые в прибрежной полосе Авачинского залива, восточнее долины р. Паратунка, между Авачинской губой на севере и Вилочинской бухтой на юге. Его площадь составляет примерно 500 км². На севере и юге комплекс имеет тектонические ограничения, совпадающие с границами Малкинско-Петропавловской складчато-глыбовой зоны, а на западе он ограничен Паратунским грабеном.

Выделяются ранняя и поздняя фазы комплекса. Ранняя фаза представлена субвулканическими телами кислого состава, образования поздней фазы имеют андезибазальтовый состав.

Ранняя фаза ($\zeta N_1 z v_1$). Тела ранней фазы сложены дацитами и туффизитами дацитового состава. Цепь небольших (около 1 км²) куполообразных тел северо-западного простирания протягивается от устья р. Малый Вилуя к мысу Безымянный. Они сложены дацитами, переходящими в гранодиорит-порфиры с крупными (до 1 см) порфирными выделениями плагиоклаза. Другая цепь более крупных субвулканических тел, достигающих площади 15 км², протягивается от междуречья Малого Вилуя и Малой Саранной на юго-восток к мысу Опасный. Тела сложены дацитами. На междуречье Малой Саранной и Малого Вилуя структура дацитов меняется от порфирной до кластической (магматической). Кластические породы содержат значительное количество ксеногенного материала: обломков андезитов и терригенных пород размером от псаммитового до псефитового. Встречены обломки туфоалевролитов глыбовой размерности, несущие в эндоконтактной зоне (толщиной

1—2 см) следы закалки. На берегу оз. Пресное, в бухте Спасения наблюдались секущие соотношения дацитов с отложениями пресноводской толщи (эоцен). Вместе с тем они повсеместно секутся дайками андезитов поздней фазы завойковского комплекса. Следует, однако, отметить, что их К-Аг возраст (9,63 и 10,8 млн лет) практически в два раза моложе субвулканических тел поздней фазы. Постоянное совмещение в пространстве дацитов и андезибазальтов послужило основанием для отнесения их к одному комплексу.

Поздняя фаза (N_{1zv_2}) представлена покровной фацией и фацией субвулканических интрузий. Покровная фация объединяет лавовые потоки и туфы андезибазальтового и андезитового состава с линзами и прослоями туфопесчаников и туфоконгломератов. Благодаря присутствию последних, возможно достоверное определение возраста комплекса.

Эффузивно-пирокластические образования распространены по берегам Авачинской губы. Они вскрываются в мелких тектонических блоках, тесно ассоциируют с дайками и телами, которые прорывают покровные фации так часто, что пласты можно проследить непрерывно на расстояние не более 300 м. Нижний контакт отложений не вскрыт. На п-ове Крашенинникова в бухте Богатыревка наблюдалось перекрытие туфоконгломератов комплекса покровом плиоценового крашенинниковского комплекса. В окрестностях г. Петропавловск покровные фации наблюдались в обрывах Авачинской губы и на океанском побережье. Наблюдаемая мощность не превышает нескольких десятков метров. Породы имеют спокойное залегание, которое изменяется и становится крутым в приконтактных зонах инъекционных тел. На п-ове Завойко, в бухтах Большая Океанская, Турпанка, Раковая, в устье р. Приливная они представлены главным образом агломератовыми туфами средне-основного состава. Это породы с обломками валунчатой размерности, нередко переходящие по простиранию в туфоконгломераты, в которых наряду с обломками эффузивов встречаются галька и валуны пород никольской толщи. На берегу бухты Раковая обломки кремнистых сланцев в туфах достигают глыбовой размерности и местами составляют 30—40 % от их объема. Максимальная мощность туфоконгломератов 15 м, а обычно 7—8 м. В них наблюдаются линзы и прослои туфопесчаников, переходящих по простиранию в туфогравелиты, которые содержат редкую гальку кремнистых пород. Мощность прослоев и линз 1—3 м.

В отложениях встречены остатки моллюсков, растительный детрит. Из двустворок Л. Н. Коновой и Е. А. Тищенкоой определены *Yoldia* cf. *tokunagai* Yok., *Crenella noyamiana sertunayana* Kogan, *Liocyma longa* Laut., *Macoma osakaensis* L. Krish. и др., присущие олигоцен-миоценовой мутновской толще. В них определены остатки фораминифер *Cyclammina* cf. *pilvoensis* Volosh., *C.* cf. *okuharai* Tai, *Ammomarginulina* cf. *troptunensis* Volosh., которые дают возможность Р. М. Мясниковой предпо-

ложить миоценовый возраст вмещающих вулканитов. В спорово-пыльцевом спектре из прослоев туфопесчаников преобладает пыльца сосновых. Он, по мнению З. Ш. Соколовой, характеризует флору позднего олигоцена—раннего миоцена. В отложениях определены как пресноводные (озерные), так и прибрежно-морские диатомеи. В туфах бухт Богатыревка, Станицкого, на п-ове Крашенинникова присутствуют, по заключению Л. М. Долматовой, остатки неогеновых диатомей.

Серии эффузивных покровов достигают мощности 40—50 м. Они состоят из потоков андезибазальтов мощностью 4—7 м, разделенных корками кластолав. Такие разрезы наблюдались в береговых обрывах бухт южного берега Авачинской губы. Эффузивные покровы комплекса образуют небольшие по площади выходы (до первых квадратных километров), пронизанные дайками, и занимают площадь не больше 10 км². Мощность отложений эффузивно-пирокластической фации не превышает 400 м.

Субвулканические тела и дайки поздней фазы (α - δN_{1zv_2}) сложены андезитами, диорит-порфиритами, долеритами и занимают большую часть завойковского вулканического комплекса. Если на северном берегу Авачинской губы они образуют преимущественно небольшие тела, имеющие в плане площадь не более 3 км², и дайковые системы в береговых обрывах, то в бассейнах рек Левая и Правая Сельдевая, Большой и Малый Виллой и Малая Саранная они образуют значительные по площади (десятки квадратных километров) выходы. Вмещающими породами являются отложения пресноводской толщи и вичаевской серии. Секущие контакты отмечаются повсеместно в береговых обрывах Авачинской губы и залива. Двупироксеновые андезиты штоков, силлов, даек пересекают агломератовые туфы того же состава, принадлежащие также к завойковскому комплексу. В свою очередь субвулканические тела прорваны гранодиоритами гипабиссального интрузивного комплекса. Кристаллические породы постоянно содержат ксенолиты андезитов и перекрыты базальтами плиоценового зеленовского комплекса.

На местности и на аэрофотоматериалах на участках развития субвулканических тел обнаруживаются дайковые пакеты (гора Сельдевая и ее отроги, береговые обрывы мыса Саранный, бухты Станицкого), в пределах которых дайки мощностью 2—3—5 м субпараллельны и имеют преимущественно субмеридиональное простирание. Встречаются и неупорядоченные сплетения пластовых тел. Там, где дайки андезитов секут катаклазированные дацитовые тела, брекчирование в дайках не наблюдается — факт, свидетельствующий о заметном временном интервале, разделяющем формирование дацитов и андезитов.

Интрузивные (гипабиссальные) тела и завойковский вулканический комплекс формируют одну вулкано-плутоническую ассоциацию. По химическому составу (табл. 2) все породы ассоциации относятся к известково-щелочной серии, для большей части пород

типично резкое преобладание Na_2O над K_2O от 3 до 5 раз. Характерна близость составов пород вулканического и гипабиссального интрузивного комплексов, на классификационных диаграммах они образуют единый рой точек.

Территория, занятая завойковской вулкано-плутонической ассоциацией, совпадает в плане с крупной локальной гравитационной аномалией с центром в междуречье Большая Саранная—Малая Саранная. На карте магнитного поля области развития данной ассоциации присущи положительные значения ΔT_a . По комплексу геофизических данных к югу от р. Большой Виллой отмечена аномальная зона, интерпретируемая как зона деструкции мезозойских образований, существенно замещенных телами питающей вулканической системы завойковского вулканического комплекса [148].

Эффузивно-пирокластические фации вулканического комплекса содержат указанные выше органогенные остатки, свидетельствующие об олигоцен-миоценовом (скорее миоценовом) возрасте вмещающих отложений, который подтверждается семью определениями К-Аг возраста субвулканических интрузий андезитового состава. Их значения находятся в пределах от 12,5 млн лет (гора Сельдевая) до 18,4 млн лет (о. Старичков). Промежуточные значения возрастов получены из субвулканических тел (млн лет): устья р. Приливная (16,5), бухты Безымянная (13,8), бухты Станицкого (14,6), истоков р. Вилюча (12,9), мыса Саранный (16,5).

Южнобыстринский вулканический комплекс (N_{1jub})

Комплекс распространен в Южно-Быстринском хребте (лист N-57-XXVII), западнее долин рек Паратунка и Авача на площади около 800 км². В структурном отношении его образования занимают западную часть Малкинско-Петропавловской складчато-глыбовой зоны.

Вулканический комплекс представлен эффузивно-пирокластическими покровами, субвулканическими телами и дайками основного и среднего состава. Сочетанием пород этих фаций сложен изометричный, округлый в плане массив гор Острая и Глиняная, а в Быстринском и Тополовом хребтах закартированы лишь субвулканические интрузии.

Покровные образования комплекса имеют фациальные соотношения с асачинской свитой и белаяевской толщей. Последняя слагает верхи эффузивно-пирокластического разреза, строение которого свидетельствует о прибрежно-морских условиях вулканической аккумуляции. Субвулканические тела и дайки секут отложения асачинской свиты и белаяевской толщи, что в целом свидетельствует о близком времени накопления вулканитов и вулкано-терригенных отложений. На южном склоне горы Острая [111] вскрывается толща с преимущественным падением слоев на восток. Углы падения 15—20°:

	м
1. Пачка крупнозернистых туфопесчаников серого цвета с прослоями (от 0,5 до 2 м) туффитов с алевропсаммитовой, псаммитовой и псефитовой структурами	30
2. Андезиты афировые буроватые. Мощность потоков 4—5 м	17
3. Туфы псефитовые среднего состава, содержащие обломки андезитов размером до 20 см	52
4. Пачка переслаивания псаммитовых и псефитовых туфов среднего состава при преобладании псефитовых туфов. Мощности прослоев псаммитовых туфов до 1 м, псефитовых — 13 м	22
5. Андезиты темно-серые мелкопорфировые пироксеновые	5
6. Туфы псефитовые бурые	2
7. Андезиты зеленовато-серые плагиопироксеновые	2
8. Пачка переслаивания (от 1,5—3,0 м) псефитовых и псаммитовых туфов	10
9. Туфы псефитовые зеленовато-серые с линзой мощностью 1 м псаммитовых туффитов	16
10. Пачка грубого переслаивания (от 2,5 до 11 м) псаммитовых и псефитовых туфов среднего состава	31
11. Туфы псефитовые литокластические	26
12. Пачка переслаивания, аналогичная слою 10	32
13. Переслаивание (0,4—1,5 м) псаммитовых и псефитовых туфов с линзами и прослоями туфоконгломератов	19
14. Псефитовые туфы, переходящие к центру пласта в агломератовые	47
15. Андезиты светло-серые плагиопироксеновые	5
16. Псефитовые туфы, переходящие к кровле в агломератовые	31
17. Андезиты плагиопироксеновые	2
18. Туфы псефитовые, переходящие в верхней части слоя в псаммитовые. В средней части имеются два прослоя туффитов мощностью 0,3 м с массивными скоплениями остатков <i>Macoma cf. optiva</i> (Yok.)	27

Мощность разреза 376 м.

Мощность фации в целом по гипсометрическим данным около 800 м.

Миоценовый возраст эффузивно-пирокластических образований южнобыстринского вулканического комплекса устанавливается на основании их соотношений с асачинской свитой и белаяевской толщей. Кроме того, подтверждением этого положения является факт их перекрытия покровами плиоценового седловского комплекса.

Субвулканические тела ($\alpha, \alpha-\delta N_{1jub}$) комплекса имеют сложное строение. Например, в хр. Тополовый в районе горы Зайкин Мыс в их строении принимают участие диорит-порфириды, андезибазальты, порфиридные диориты, дациты, туффизиты кислого состава. Последние относили ранее к отложениям березовской свиты [97]. Они содержат крупные (до 1 м) ксенолиты осадочных пород, которые подверглись термическому воздействию. Крупные субвулканические тела закартированы на левобережье Левого Быстрой в бассейнах ручьев Васильевский и Начикинский и на склонах массива горы Острая. Площадь их выходов варьирует от 1 до 60 км². Воздействие тел на вмещающие породы имеет характер обжига. Контактные измененные породы имеют незначительную мощность (менее 1 м).

Таблица 6

Химический состав пород южнобыстринского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O [—]	H ₂ O ⁺	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	2200	48,84	0,88	16,54	4,73	5,1	0,20	7,58	10,2	2,26	0,55	0,16	<0,1	—	2,53	—	—	99,57
2	143	50,84	0,65	19,51	4,51	2,53	0,23	3,45	7,19	3,86	1,41	0,18	0,53	—	—	—	4,88	99,77
3	1286-11	50,97	0,94	18,23	5,6	3,69	0,27	4,74	9,72	3,12	0,95	0,23	<0,25	—	1,94	—	—	100,4
4	5139-1	51,06	0,54	23,10	4,47	2,38	0,5	3,59	10,04	2,15	0,75	0,13	0,04	—	1,25	0,11	—	100,11
5	1151	53,16	0,83	19,30	4,18	3,40	0,15	4,45	8,6	2,89	1,20	0,23	<0,1	—	2,41	—	—	100,8
6	1286-4	54,1	0,61	17,12	4,09	2,03	0,13	3,81	7,93	3,48	0,25	0,2	<0,25	—	6,86	—	—	100,61
7	187/1	55,48	0,57	18,61	6,38	1,40	0,13	3,29	7,57	3,26	1,18	0,19	0,05	—	—	2,04	—	100,15
8	1122-1	56,13	0,71	17,55	6,24	1,14	0,12	3,7	5,5	4,19	1,88	0,20	<0,1	—	3,27	—	—	100,63
9	468/1	56,60	0,63	19,5	4,42	2,69	0,06	4,38	4,23	4,23	0,82	0,21	0,02	—	—	2,60	—	100,39
10	1286-9	57,52	0,75	17,07	4,89	2,21	0,16	3,24	6,21	4,0	1,96	0,2	<0,25	—	2,14	—	—	100,35
11	163	59,14	0,52	17,55	4,27	0,89	0,08	2,91	3,95	5,17	3,0	0,18	<0,1	—	2,31	—	—	99,97
12	2205	59,16	0,73	16,20	4,0	3,70	0,17	4,0	6,1	3,11	1,20	0,18	<0,1	—	1,66	—	—	100,21
13	3268/3	60,48	0,77	17,51	1,92	2,69	0,08	1,90	5,33	4,66	1,15	0,23	0,21	—	2,93	0,02	—	99,88
14	332	62,68	1,19	16,02	4,53	0,99	0,11	2,10	4,50	4,00	2,25	0,14	0,09	—	1,28	—	—	99,88

Примечание. 1, 2, 4, 7—9, 12—14 — субвулканические тела и дайки; 3, 5, 6, 10, 11 — потоки; 1—3 — базальты; 5—7 — андезитобазальты; 8—11, 13, 14 — андезиты; 4 — диорит-порфирит; 12 — кварцевый диорит-порфирит; 1, 2, 5, 7, 9, 12 — хр. Тополовый; 8 — руч. Васильевский; 4 — гора Глиняная; 3, 6, 10, 14 — р. Средний Ручей; 11 — р. Правая Быстрая; 13 — гора Скалистая. Образцы из коллекций: 1, 3, 5, 6, 8, 10—12 — В. Б. Долгатина [112]; 2, 7, 9 — В. М. Зимина [97]; 4, 13, 14 — А. А. Матвиенко [115].

Совместно с интрузией горы Глиняная (южнобыстринский гипабиссальный интрузивный комплекс) вулканический комплекс формирует единую вулкано-плутоническую ассоциацию.

Согласно плотностному моделированию, предполагаемая глубина распространения тел ассоциации может достигать 10 км.

Породы южнобыстринской ассоциации принадлежат к известково-щелочной серии (табл. 3, 6). Нужно отметить, что незначительная часть эффузивов относится к субщелочной серии (при преобладании Na₂O над K₂O). Характерна резкая обедненность гипабиссальных интрузивных тел ассоциации Na₂O и повышенные концентрации CaO по сравнению с вулканитами. В целом же химизм рассмотренных пород близок к завойковской ассоциации. Оригинальным свойством вулканитов южнобыстринской ассоциации является повышенное содержание стронция [45].

Плотность гипабиссальных интрузивных пород колеблется от 2,70 до 2,80 г/см³, пород субвулканических тел и лав — от 2,60 до 2,67 г/см³.

С полем ассоциации совпадают локальные положительные аномалии силы тяжести. Интенсивные максимумы отмечены над горами Скалистая и Глиняная, над хр. Тополовый. На карте магнитного поля ассоциация характеризуется положительными значениями ΔT_a. Отмечаются положительные аномалии меридионального простирания.

Возраст ассоциации в целом принимается миоценовым в основном по палеонтологическим данным фациальных вулкано-терригенных аналогов эффузивно-пирокластических образований (по возрасту асачинской свиты и белаяевской толщи).

Ахонтенский вулканический комплекс

Комплекс включает миоценовые (нижнемиоценовые) вулканические образования среднего и кислого состава. Поле его распространения простирается вдоль океанического берега от бухты Вилючинская до бухты Асача (около 55—60 км). Комплекс имеет двухфазное строение.

Ранняя фаза (N₁ah₁) ахонтенского вулканического комплекса сложена породами кислого состава, представлена покровной фацией и субвулканическими телами. Ее образования слагают междуречья руч. Вайвайчик—р. Вилюча, р. Лиственничная—руч. Березовый (хр. Каменистый). К ним относятся тела дацитов бухты Вилючинская, правого борта р. Фальшивая. Покровная и субвулканическая фации структурно и, видимо, генетически связаны и часто встречаются совместно.

Покровная фация сложена игнимбритами, туфами кислого состава, туффитами, туфоалевролитами, туфоконгломератами и туфогравелитами.

Нижний контакт покровной фации не вскрыт. Игнимбритовые пласты вскрываются под отложениями асачинской свиты и пересечены субвулканическими интрузиями среднего—основного состава поздней фазы комплекса.

На южных склонах хр. Каменистый, в бухте Березовая и в истоках ручьев Глубокий и Березовый отмечается наслоение игнимбритовых покровов мощностью от 2 до 15 м, разделенных пачками параллельнослоистых туфов. Мощность таких пачек достигает нескольких десятков метров. Мощность слоев в пачке от 1 см до 1 м. Общая мощность толщи не менее 600 м.

В бухте Березовая под игнимбритовым покровом вскрывается пачка псефитовых дацитовых туфов мощностью 15 м. В них наблюдаются линзы агломератовых туфов того же состава. Фрагменты игнимбритовых покровов обнаружены на южном берегу бухты Мутная, на северном — бухты Асача, где они встречены в виде небольших блоков среди дайково-силловых тел андезибазальтового состава. В южных склонах высоты 1077,8 м на междуречье Веселой и Ахомтена обнажаются [111]:

	м
1. Туфы агломератовые с обломками дацитов и андезитов	300
2. Дациты	70
3. Туфы псаммитовые, алевропсаммитовые с прослоями псефитовых.	
Состав туфов дацитовый. В них единичные потоки андезитов мощностью до 3 м	100
4. Тонкое переслаивание алевритовых, алевропсаммитовых и псаммитовых туфов дацитового состава	120
5. Андезиты пироксеновые пропицитизированные	120
6. Туфы псефитовые с прослоями псаммитовых	20

Общая мощность 730 м.

Андезиты слоя 5 слагают субвулканическое тело.

Сходное геологическое строение имеет вулканическая толща в бассейне руч. Вайвайчик в западной части северного берега бухты Вилючинская.

Наиболее характерными породами являются игнимбриты. Они имеют порфирокластическую структуру и псевдофлюидальную текстуру. Порфирокласты составляют 25—30 % объема породы и представлены плагиоклазом, роговой обманкой, кварцем, магнетитом. Акцессорные представлены апатитом. Мезостази́с имеет игнимбритовую пепловую структуру. Стекло превращено в агрегат мелкозернистого кварца. Ксенолитовый компонент состоит из обломков лав и кристаллов; преобладают обломки базальтов, в меньшей степени присутствуют дациты, андезиты. Размеры и количество ксенолитов варьируют в широких пределах. Средняя плотность пород кислого состава 2,55 г/см³.

В левом борту руч. Глубокий (левый приток р. Мутная) в отложениях игнимбритовой толщи в слоях туфопесчаников, непосредственно над игнимбритовым покровом обнаружены редкие

остатки пелеципод, определенные Е. А. Тищенко́вой как *Lima* cf. *sakhalinensis* Slod., *Crenella* sp. Эти находки характеризуют возраст вмещающих их пород в пределах олигоцен—миоцен. Здесь же найдены остатки раковин фораминифер *Bathysiphon* cf. *edurus* Volosh., *Haplophragmoides carinatus* Cushman et Renz, *H.* cf. *renzi* Asano, *Cyclammina* sp. indet. и др., распространенные, по мнению Р. М. Мясниковой, в миоценовых отложениях Камчатки и Сахалина. Не противоречат этим выводам и данные К-Аг возраста игнимбритовых покровов хр. Каменистый и основания горы Мутная: 19,7±0,7 и 16,7±0,5 млн лет.

Субвулканические тела ранней фазы ($\zeta N_1 ah_1$) сложены дацитами, в большинстве своем распространенными по южному обрамлению Ахомтенского массива, где они образуют систему крупных субпластовых и куполообразных тел площадью от 1—2 до 8 км² среди игнимбритов и туфов кислого состава. Разрозненные тела закартированы в междуречье Тихирка—Фальшивая, Вилюча—Вайвайчик, где они формируют линейно-вытянутые протяженные пластовые и секущие тела мощностью от 20 до 300 м, которые сопровождаются субпараллельными дайками.

В строении тел принимают участие преимущественно дациты, встречены риодациты и андезиты. Дациты имеют порфировую и афировую структуры, массивную и флюидальную текстуры. Структуры основной массы микрофельзитовая и микролитовая. Порфиритовые выделения (до 25 % объема породы) преимущественно представлены олигоклазом. Редко встречаются обыкновенная роговая обманка и биотит. Основная масса состоит из кварц-полевошпатового агрегата, в котором заключены микролиты плагиоклаза, рудный минерал. Среди акцессорных чаще всего встречается апатит, реже циркон. Вторичные процессы выражены в деанортитизации полевых шпатов, развитии эпидота и серицита.

По особенностям химического состава они принадлежат к известково-щелочной серии пород (табл. 7). Характерна высокая дисперсия содержаний K₂O.

На карте магнитного поля ΔT_a и карте локальных аномалий Δg участки развития пород ранней фазы ахомтенского вулканического комплекса характеризуются положительными аномалиями.

Возраст дацитов принимается тем же, что и у кислых туфов и игнимбритов — раннемиоценовым на основании общности состава и структурного положения.

Поздняя фаза ($N_1 ah_2$) ахомтенского вулканического комплекса объединяет покровные эффузивно-пирокластические накопления средне-основного состава и субвулканические интрузии и дайки, состав которых варьирует от основного до среднего, а структура от порфировой до зернистой. Установлены их секущие соотношения с покровными фациями ранней фазы и асачинской свитой на склонах массива горы Мутная. В свою очередь как покровные,

Таблица 7

Химический состав кислых вулканитов ранней фазы
ахотенского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	261	61,67	0,70	15,17	3,35	1,71	0,11	2,28	3,75
2	1034	63,23	0,68	18,16	3,34	1,45	0,12	1,45	1,29
3	261-1	63,67	0,74	15,67	3,36	1,80	0,10	1,96	2,97
4	266	64,04	0,80	15,48	5,53	0,37	0,22	0,33	2,03
5	1033	64,94	0,56	17,57	1,57	1,68	0,06	2,02	4,04
6	927	66,84	1,83	14,83	2,27	1,41	0,10	1,33	3,14
7	3950	67,20	0,61	14,57	1,97	1,46	0,07	1,65	3,64
8	282-1	68,16	0,58	14,31	1,58	1,81	0,08	0,96	2,81
9	281-1	68,30	0,68	14,98	1,48	1,81	0,11	0,27	1,72
10	2542	68,44	0,40	16,58	1,50	1,41	0,03	0,28	1,29
11	1719	68,56	0,67	14,67	3,53	1,35	0,06	0,73	1,35
12	1035	70,68	0,43	13,98	2,44	1,18	0,07	0,85	0,95

Окончание табл. 7

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	CO ₂	Сумма
1	261	4,18	1,57	0,19	—	0,72	3,09	—	98,49
2	1034	4,04	2,60	0,29	0,14	0,82	2,09	0,04	99,74
3	261-1	5,63	0,72	0,20	—	0,65	1,73	—	99,20
4	266	4,71	3,73	0,20	—	0,56	0,88	—	98,88
5	1033	1,98	1,60	0,20	0,14	0,15	3,16	0,02	99,69
6	927	3,48	2,19	0,22	0,05	0,31	1,93	0,04	99,97
7	3950	4,85	1,99	0,27	0,02	0,31	1,97	0,37	100,95
8	282-1	3,73	2,13	0,12	—	0,28	1,95	0,11	98,61
9	281-1	5,88	2,93	0,16	—	0,18	0,62	—	99,12
10	2542	4,04	5,52	0,05	0,11	0,12	0,34	—	100,11
11	1719	6,07	0,60	0,26	0,20	1,44	0,27	0,08	99,84
12	1035	3,90	4,40	0,08	0,27	0,24	0,55	0,03	100,05

Примечание. 1—5, 6, 8 — пирокластические отложения; 7, 9—12 — субвулканические тела. 1—5, 8 — игнимбриты; 6 — туф дацитового состава; 7, 9—12 — дациты. 1, 3, 4 — руч. Глубокий; 2, 5, 10, 12 — хр. Каменистый; 6 — южный берег бухты Мутная; 7, 8, 9, 11 — бухта Березовая. Образцы из коллекций: 1, 3, 4, 8, 9 — В. С. Шеймовича [148]; 2, 5—7, 10—12 — Е. А. Лоншакова [111].

так и субвулканические образования поздней фазы интродурируются гранитоидами Ахотенского массива.

Эффузивно-пирокластические отложения поздней фазы развиты локально на площади около 100 км² на междуречье Фальшивой и руч. Песчаный. По левобережью нижнего течения р. Фальшивая наблюдаются [111]:

1. Туфы псефитовые зеленовато-серые андезибазальтовые с прослоями бурых псаммитовых и алевропсаммитовых туфов	38
2. Пачка переслаивания туфов: в нижней ее части — псефитовых и псаммитовых зеленовато-серого цвета, в средней — пестроцветных алевропсаммитовых, а в верхней — бурых алевритовых, алевропсаммитовых	20
3. Туфы псефитовые зеленые	5
4. Серия потоков андезибазальтов	56
5. Туфы псефитовые, аналогичные слою 3	6
6. Базальты темно-серые с зеленоватым оттенком	110

Мощность разреза 235 м.

Указанный в разрезе слой 6 скорее всего является субпластовым телом. Максимальная мощность эффузивно-пирокластической фации достигает 400 м.

На карте магнитного поля ΔT_a участки развития этих пород имеют устойчивые положительные значения интенсивностью 5—7 мЭ.

Возраст этих вулканитов считается миоценовым. Их верхний возрастной предел ограничен миоценовым возрастом пересекающих их субвулканических тел. Вместе с тем, по данным [111], эти образования на правобережье р. Фальшивая перекрывают кислые туфы ранней фазы ахотенского вулканического комплекса.

Субвулканические тела и дайки поздней фазы (δ , $\delta\pi$, α , $\alpha-\delta\pi$, $\delta\pi-\delta$, β , $\beta-\delta$ N_{1ah_2}) окружают ахотенские гранитоиды, образуя тела неправильной в плане формы площадью от 1—2 до 50 км² (хр. Асача). По составу они дифференцированы от габбро до кварцевых диоритов и от андезитов до базальтов. Эти тела имеют очень сложное строение, представляют собой дайково-силловые системы. Среди них отмечены системы «дайка к дайке», протягивающиеся в океанских обрывах на многие километры. Отмечены и системы многоярусных силлов (южный берег бухты Мутная), соединенные дайковыми системами. Дайка (силл) в системе может отличаться от смежной дайки и составом, и структурой: дайка туффизитов смежена с порфировой породой, порфировые тела соседствуют с порфиroidными диоритами. В целом наличие тел с полнокристаллической структурой свидетельствует об относительно глубоком срезе питающей вулканической системы. Характерной особенностью полнокристаллических пород является неравномерная зернистость, порфиroidность, зональность плагиоклазов. Такие интрузии наблюдались на междуречьях Фальшивой и Песчаной, Короткой и Лиственичной, на горе Мутная, в хр. Асача. Они прорывают олигоцен-миоценовые жировскую и мутновскую толщи. Достоверные контакты даек и силлов с асачинской свитой обнаружены в бухте Мутная, в склонах горы Мутная. На контакте вмещающие породы уплотнены и обожжены в зоне до 10 см. Ороговикование описано [111] на контактах с полнокристаллическими разностями. Экзоконтактовые зоны ороговикования имеют мощность до нескольких десятков метров. По

Таблица 8

Химический состав пород субвулканических интрузий и даек поздней фазы ахотенского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	1538-6	47,74	0,83	22,38	3,52	4,45	0,14	4,44	10,26
2	2603	48,64	0,82	16,89	4,18	4,80	0,16	7,66	9,63
3	1056a	49,26	0,59	19,24	5,15	4,35	0,12	6,05	10,26
4	3803	50,54	0,68	19,22	4,83	2,62	0,10	3,02	7,68
5	1537-3	51,46	0,72	16,35	2,87	5,10	0,11	7,74	10,04
6	336	52,06	0,84	21,40	3,24	3,61	0,12	2,18	9,82
7	3793-1	52,08	1,02	16,87	2,72	6,07	0,17	4,72	7,63
8	925	54,34	1,04	18,26	3,76	5,96	0,18	5,64	6,17
9	325	54,50	0,61	17,10	3,86	3,29	0,12	4,26	8,17
10	1529	55,57	0,72	17,93	3,72	4,67	0,17	3,86	7,74
11	1540-3	57,92	0,67	17,66	3,42	3,85	0,10	3,43	6,84
12	2589	58,39	0,61	18,02	3,72	2,62	0,17	3,04	5,27
13	1703-4	60,54	0,74	16,42	3,65	3,94	0,14	3,30	5,90

Окончание табл. 8

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Сумма
1	1538-6	2,46	0,66	0,18	0,10	0,08	0,49	1,48	99,21
2	2603	3,20	1,03	0,16	—	—	1,12	3,02	101,31
3	1056a	2,40	0,50	0,09	0,09	0,06	0,44	1,38	99,98
4	3803	3,81	0,63	0,33	0,01	1,53	0,97	3,80	99,77
5	1537-3	2,36	0,80	0,15	0,51	0,04	0,26	1,52	100,03
6	336	3,59	1,19	0,18	—	—	0,08	0,90	99,21
7	3793-1	2,87	0,61	0,46	0,01	0,94	0,79	2,94	99,90
8	925	2,70	0,60	0,24	0,05	—	0,25	0,89	100,08
9	325	3,00	1,76	0,15	—	0,25	0,78	1,24	99,09
10	1529	3,41	0,75	0,17	—	—	0,19	0,94	99,84
11	1540-3	3,37	1,50	0,17	0,09	0,02	0,87	0,34	100,25
12	2589	3,34	2,10	0,20	0,45	0,13	0,17	1,51	99,74
13	1703-4	3,50	0,96	0,10	—	—	0,23	1,12	100,54

Примечание. 1—3, 5, 6 — долериты; 4, 7 — базальты, долериты; 8 — андезитобазальт; 10, 11 — диориты; 9, 13 — диорит-порфириты; 12 — андезит. 1—3, 5, 11, 13 — массив горы Мутная; 7, 8 — бухта Мутная; 4 — р. Мутная; 6, 9 — хр. Асача; 10 — хр. Каменистый; 12 — р. Веселая. Образцы из коллекций: 1, 3—5, 7, 8, 11, 12 — Е. А. Лоншакова [111]; 2, 6, 9, 10, 13 — В. С. Шеймовича [148].

составу среди них выделены пироксеновые и пироксен-биотитовые породы.

Эти интрузии в свою очередь пересечены жильными телами аплитов, аляскитов и вмещают гранодиориты. Отмечен двойкий

характер контакта: пересечение гранитоидами субвулканических тел с четкими интрузивными соотношениями и контакт типа «постепенного перехода» [20], обусловленный, видимо, метасоматическим воздействием гранитоидного флюида на субвулканические образования. Такой контакт имеет сложную морфологию. В экзоконтактной зоне вмещающие породы (диорит-порфириты и долериты) пронизаны густой сетью гранитных жил и прожилков. При переходе к зоне эндоконтакта вмещающие породы имеют вид обломков, «плавающих» в гранодиоритовом материале. Контакты обломков нечеткие. По удалении от контакта к центру интрузии от обломков остаются «тени», отличающиеся по более темному цвету от светлых гранодиоритов.

Плотность вулканитов поздней фазы колеблется от 2,44 до 2,84 г/см³ (средняя 2,54 г/см³). Плотность полнокристаллических разновидностей в среднем 2,69 г/см³.

На классификационных диаграммах породы поздней фазы образуют рой точек, относящийся к известково-щелочной серии (табл. 8). Основные и средние разновидности пород по сумме щелочей относятся к низкощелочным и в редких случаях могут приближаться к субщелочным. Породы обогащены кадмием, висмутом, свинцом.

На основании приведенных выше соотношений субвулканических тел поздней фазы их возраст принимается миоценовым (древнее ахотенских гранитоидов). Имеются четыре определения К-Аг возраста по породам субвулканических тел поздней фазы. Два из них сделаны по пробам, взятым из пород бассейна р. Лиственничная (млн лет): из долерита — 16,1±1,5 и диорит-порфирита — 17,9±0,3; два — из диоритов хр. Асача: 18,0±0,2 и 16,6±0,3. Таким образом, возраст по К-Аг определениям находится в пределах 16—18 млн лет.

Юшинский вулканический комплекс (N₁juš)

Комплекс занимает прибрежную зону между долинами рек Правая Асача и Быстрая (исток р. Левая Ходутка) и Тихим океаном. Ее протяженность вдоль берега океана около 20 км, площадь распространения на территории листа N-57-XXXIII примерно 250 км². Выходы комплекса приурочены к горстовому поднятию. От одновозрастного ахотенского комплекса он отделен грабеном долины Асачи.

Вулканический комплекс полифациален. Большая его часть представлена сложным субвулканическим массивом. Эффузивно-пирокластические покровы имеют ограниченное развитие. Все фации комплекса сближены.

В составе комплекса преобладают породы среднего состава. В целом же они образуют довольно широко дифференцированный ряд от базальтов до дацитов.

Химический состав пород юшинского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	4718	48,88	0,72	17,64	7,47	1,36	0,12	2,54	10,49
2	4732г	51,20	0,75	17,12	7,66	0,65	0,12	2,30	8,86
3	4719	51,92	0,75	17,93	4,39	5,03	0,21	5,24	9,81
4	4736	54,48	0,66	17,94	3,96	3,98	0,15	4,64	5,62
5	1683-5	55,24	1,05	16,92	4,84	4,81	0,18	3,75	7,68
6	1684	56,12	0,97	15,61	3,35	4,60	0,19	5,12	7,68
7	4732-в	56,70	0,82	18,03	4,31	3,66	0,22	2,42	6,17
8	4773-2	56,72	0,72	18,55	4,23	3,02	0,28	2,54	6,84
9	1550-5	56,90	0,98	16,10	2,98	4,84	0,20	2,64	6,54
10	1169	58,03	0,74	16,22	3,12	3,18	0,13	3,54	6,79
11	1833	59,88	0,62	16,02	4,95	2,99	0,28	2,31	6,04
12	4755	65,54	0,58	16,20	2,04	3,30	0,08	1,61	3,25
13	4747	68,82	0,37	14,60	3,11	0,22	0,56	1,73	1,68

Окончание табл. 9

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Сумма
1	4718	2,00	0,50	0,07	0,06	0,31	1,49	6,22	99,87
2	4732г	1,00	0,30	0,10	0,47	0,06	1,91	7,41	99,91
3	4719	2,50	0,87	0,06	0,06	0,04	0,88	0,20	99,89
4	4736	3,00	1,40	0,07	0,29	0,74	0,87	2,13	99,93
5	1683-5	3,00	0,87	0,10	0,05	—	0,42	0,98	99,89
6	1684	3,33	1,40	0,09	0,07	0,04	0,64	0,72	99,93
7	4732-в	4,00	1,25	0,10	0,23	0,12	0,48	1,34	99,85
8	4773-2	4,00	1,50	0,13	0,07	—	0,87	0,31	99,78
9	1550-5	4,53	1,08	0,30	—	0,14	0,23	1,25	98,71
10	1169	3,55	2,00	0,18	—	—	0,83	0,65	98,96
11	1833	3,47	0,91	0,16	0,07	0,06	0,53	1,49	99,78
12	4755	4,10	0,51	0,11	0,04	0,16	0,70	1,60	99,82
13	4747	3,65	2,30	0,05	0,04	0,04	0,97	1,63	99,77

Примечание. 1, 3, 7, 8 — покровы; 2, 4—6, 10—13 — субвулканические тела; 9 — дайка; 1—3 — базальты; 4, 5 — андезибазальты; 7—11 — андезиты; 12, 13 — дациты; 6 — диорит. 1, 3 — бухта Пираткова; 2, 4, 7 — бухта Юшинская; 10 — р. Правая Асача; 5, 6, 9, 11 — район оз. Чаша; 8, 12, 13 — руч. Корневской, бухта Корневская. Образцы из коллекций: 1—8, 11—13 — В. Н. Федореева [141]; 9, 10 — В. С. Шеймовича [148].

С площадью комплекса совпадают положительные магнитные и гравитационные аномалии. Согласно плотностной модели [148], юшинский комплекс прослеживается до глубин 5—6 км как аномальный объект с плотностями 2,80—2,83 г/см³ в среде с плотностями 2,60—2,75 г/см³. Докайнозойские образования в границах

В покровных фациях отмечаются андезибазальты, андезиты и туфы того же состава. На левом борту руч. Глинка в его верхнем течении туфы и лавы юшинского комплекса перекрыты пачкой туфопесчаников мутновской толщи. Вблизи контакта песчаники и туфы находятся в переслаивании, что, возможно, свидетельствует о фациальных соотношениях между ними. Дайки комплекса секут отложения мутновской толщи.

Наслоение андезитовых и андезибазальтовых потоков встречено на мысе Сиамо, в обрывах бухт Юшинская и Пираткова. Серии потоков дислоцированы, залегают под углами 35—40°. Они брекчированы, ожелезнены, пронизаны жилками и линзочками кварц-карбонатного и гипсового состава. Мощность потоков двупироксеновых андезитов в среднем составляет 5 м. Они разделены корками кластолав. Мощностю наблюдаемых эффузивных серий не превышает 100 м. Мощность покровной фации достигает 300 м. Наблюдаемые эффузивно-пирокластические разрезы прерываются мощными послойными внедрениями, дайками. В некоторых случаях лавовые покровы практически не отличаются от силлов, особенно когда последние имеют кластические фации. Суммарная площадь выходов покровной фации не более 20 км². Отдельные выходы этих отложений «зажаты» среди субвулканических образований.

Субвулканические интрузии и дайки (α , $\alpha-\delta\pi$, $\delta\pi-\delta N_{ju\delta}$) комплекса образуют сложный массив площадью около 140 км², состав которого дифференцирован от базальтов до дацитов и от кварцевых диоритов до диорит-порфиритов. Полнокристаллические породы с крупно-среднезернистыми структурами наиболее часто встречаются в центральной части массива в районе оз. Чаша. Порфиновые и порфировидные породы закартированы по периферии массива. Однако можно лишь говорить о частоте встречаемости тех или иных разновидностей в различных частях массива, который представляет собой сложное сочетание даек, силлов, косых и горизонтальных пластовых тел, соприкасающихся друг с другом, секущих друг друга, являющихся апофизами более крупных тел и мелкими порциями внедрения. Наличие зоны с преобладающими телами полнокристаллических пород отражает, видимо, положение наиболее тектонически приподнятых и глубоко эродированных частей массива. Площадь зоны примерно 50—60 км². Слагающие ее породы характеризуются неравномерной зернистостью. Плаггиоклазы всегда зональны. Нужно отметить постоянное присутствие в интрузиях зерен кварц-полевошпатового агрегата с микрозернистой, микропегматитовой структурой. Часто встречаются прожилки аплитов. Породы содержат ксенолиты меланократовых порфириновых и порфировидных пород. Встречаются и обратные соотношения: диориты пересечены андезитами и диорит-порфиритами.

Юшинский комплекс охарактеризован (табл. 9) химическими анализами, которые на классификационных диаграммах образуют рои, совпадающие с рядами иных комплексов андезитовой магматической формации.

комплекса по геофизическим данным замещены на глубинах от 4 до 10 км телами с плотностью интрузивных пород.

Возраст юшинского комплекса определяется миоценовым на основании фациального характера соотношений его покровных фаций с вулканотерригенными отложениями мутновской толщи. Ее отложения содержат остатки пелеципод, позволяющие датировать туфопесчаники и туфоалевролиты олигоценом—миоценом. Микрофаунистические остатки говорят скорее о ее миоценовом возрасте. В породах субвулканических тел проведено десять К-Аг определений в лаборатории ГИН РАН, из которых шесть соответствуют возрасту в пределах 15—17 млн лет, три — от 19 до 23 млн лет, а один — 31 млн лет. В целом К-Аг возраст пород не противоречит миоценовому возрасту юшинского комплекса.

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ПЛИОЦЕНОВОЙ АНДЕЗИТО-БАЗАЛЬТОВОЙ ФОРМАЦИИ

Комплексы данной формации распространены во всех районах, но особенно широко — в Южно-Валагинском, где они представлены тимоновским, киркинайским, гаванским, китхойским вулканическими комплексами. В Авачинском районе закартированы вахталкинский, седловский, зеленковский и крашенинниковский вулканические комплексы, а в Южно-Камчатском районе — вичаевский комплекс. Породы формации дифференцированы от базальтов до дацитов. Состав вулкаников эффузивно-пирокластической фации преимущественно базальтовый, андезибазальтовый.

Покровы формации с несогласием перекрывают образования более древней андезитовой формации. Для большинства комплексов проведены определения радиологического возраста. Он находится в пределах 2—5 млн лет. Палеомагнитные определения покровных фаций формации подтверждают в основном К-Аг возраст. В целом данную формацию можно рассматривать как латеральный ряд входящих в нее комплексов.

Комплексы имеют более отчетливую морфологию, чем комплексы миоценовой формации, благодаря большому объему покровных фаций. Специфика их рельефа заключается в сочетании плоских наклонных внешних склонов массивов и расчлененного среднегорья привершинных частей. Часть комплексов — гаванский, киркинайский, китхойский выделяются на аэрофотоматериалах по наличию первичных периклиналей вулканических склонов. Для фаций субвулканических тел характерна интенсивная расчлененность рельефа, многочисленные короткие и прямолинейные долины рек и ручьев, угловатые изгибы водотоков.

Породы формации представлены довольно однообразным набором петрографических разновидностей. Они охарактеризованы значительным числом анализов (табл. 10—19). Все они принадлежат к известково-щелочной серии.

Комплекс занимает главным образом междуречье Левого и Средней Авачи. Его образования развиты также по правобережью Средней Авачи и в бассейне р. Кавыча. С востока комплекс ограничен системой тектонических нарушений р. Левая Авача, а с запада — нарушениями долин рек Средняя Авача и Туамок. Его площадь около 1500 км².

В строении комплекса принимают участие как эффузивно-пирокластические наложения, так и субвулканические тела и дайки. Вулканики всех фаций широко дифференцированы по составу — от базальтов до дацитов и риодацитов.

Эффузивно-пирокластические фации преобладают на западном и восточном флангах и в северной части комплекса. В осевой субмеридиональной полосе междуречья Левого и Правой Авачи широко представлены субвулканические тела. Эффузивно-пирокластические образования неоднородны по составу, что обусловлено длительным становлением тимоновского комплекса, представляющего собой меридиональную цепь слившихся вулканов, часть из которых прошла этап кальдерообразования, который был связан с извержением кислой пирокластике, в том числе и игнимбриков. Причем в пределах границ комплекса отмечаются серии андезибазальтовых потоков (в разрезах падей Корневская и Глубокая), а на участках выявленных палеокальдер — мощные разрезы дацитовой пирокластике. Глубина закартированных древних кальдер достигает 300 м, диаметр — 3 км.

По правобережью р. Левая Авача потоки андезитов и андезибазальтов интенсивно инъецированы силлами и дайками. Интенсивность инъецирования снижается к границам комплекса. У восточных границ потоки полого падают на восток. На западном фланге комплекса отмечены западные и юго-западные залегания покровов. Мощность эффузивных серий колеблется от 200 до 400 м, иногда до 600 м. Пирокластические отложения большой (до 400 м) мощности закартированы в бассейнах падей Глубокая, Корневская, Таловая Речка, Сырыцын, в истоках р. Кавыча. Это псаммитовые и псефитовые, реже агломератовые туфы с характерным для кислых пород белесым оттенком, а также игнимбрики дацитового состава. Они формируют грубослоистые пачки. Часть пород с кластической структурой относится к инъекционным телам. Такие породы слагают их эндоконтактные оторочки и имеют мощность до 10 м.

Субвулканические интрузии (α , $\alpha-\delta\pi N_2tm$) занимают не менее 50 % общей площади комплекса. Отдельные тела имеют площадь от долей до 30 км². Сопрягаясь часто по тектоническим разрывам северо-восточного и северо-западного простираний, они образуют практически единое поле одной субвулканической системы, сложенное андезибазальтами, андезитами, диорит-порфиритами, да-

цитами. Обычен синтетектонический характер внедрения, что и обусловило прямолинейную форму границ субвулканических тел. Тела являются чаще всего дайково-силловыми образованиями. Дайка представляет собой микрофазу внедрения. Наиболее распространенный тип контактовых изменений — обжиг вмещающих пород. Эндоконтактовые изменения нередко заключаются в пропилитизации, хлоритизации, эпидотизации, пиритизации.

Среди пород ассоциации выделяются двупироксеновые базальты и андезибазальты, гиперстеновые андезиты, роговообманковые андезиты и дациты, риодациты. Структура базальтов и андезибазальтов серийнопорфировая, гломеровая, текстура массивная, основная масса интерсертальная. Количество вкрапленников колеблется от 25 до 60 %. Содержание лабрадора достигает 40 %, оливин редок и в оливинсодержащих породах отмечен в количестве до 4 %. Содержание порфировых выделений пироксенов колеблется от 8 до 25 %.

В андезитах среди цветных минералов преобладают призмы ромбических пироксенов (до 25 %). В кислых разновидностях пироксены исчезают, их место занимает зеленая роговая обманка. Содержание вкрапленников снижается до 20 %. Среди них количество роговой обманки достигает 10 %. В дацитах и риодацитах с витрофировой основной массой помимо роговой обманки встречаются чешуйки биотита, округлые выделения кварца (до 1—2 %). Диорит-порфиры по составу вкрапленников близки к андезибазальтам, но отличаются микродиоритовой, гранофировой основной массой, в составе которой помимо плагиоклаза и пироксена различаются калишпат и кварц.

В покровной фации заметную роль играют игнимбриты. Структура пород порфирокластическая, текстура псевдофлюидальная. Структура мезостаза искаженная пепловая, псевдовитрофировая. В составе порфирокластов отмечен андезин (до 10 %) и редкие зерна моноклинного пироксена, зеленой роговой обманки, магнетит. Ксенолитовый компонент представлен обломками андезибазальтов (5—7 %).

Для диорит-порфиритов характерны псевдоморфозы амфибола по пироксенам. Краевые части субвулканических тел иногда затронуты контактовым метаморфизмом с появлением шерла и биотита.

Тела гипабиссального интрузивного и вулканического комплексов занимают единое структурное положение, обнаруживают генетическую связь и формируют тимоновскую вулкано-плутоническую ассоциацию. Ассоциация характеризуется однородным (около 1 мЭ) положительным магнитным полем с локальными линейными максимумами субмеридионального простирания. В гравитационном поле ассоциация не имеет четкого отражения. С ней совпадает цепочка локальных максимумов и минимумов. Примечательной особенностью глубинного строения образований тимоновской ассоциации, выявленной при построении плотностной

Таблица 10

Химический состав пород тимоновского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.л.	Сумма
1	2352	49,36	1,03	15,51	3,81	6,05	0,18	8,63	10,71	2,64	1,14	0,12	Н. о.	0,47	0,19	Н. о.	—	99,84
2	1057-4	52,64	1,21	17,23	1,26	7,92	0,14	5,72	7,29	3,95	1,26	0,14	0,06	0,85	0,18	0,02	—	99,87
3	330а	53,46	0,42	18,85	3,82	3,52	0,15	5,66	7,41	3,31	1,09	0,13	0,01	0,72	0,72	—	1,93	100,48
4	4747-5	53,58	0,8	17,65	6,08	1,82	0,07	3,35	7,12	4,17	1,39	0,28	Н. о.	1,18	1,81	0,45	—	99,75
5	1242	55,0	0,80	16,78	5,35	3,35	0,18	4,84	7,46	3,91	1,00	0,18	0,10	0,55	0,80	0,1	—	100,40
6	4519-1	55,36	1,06	17,76	3,69	3,79	0,12	3,26	7,85	2,84	1,62	0,26	0,13	0,48	1,04	0,44	—	99,70
7	4740-1	55,84	0,9	16,5	1,6	6,57	0,1	2,86	5,55	2,54	2,38	0,36	0,05	0,31	3,05	0,76	—	99,37
8	2325	55,92	1,01	16,40	4,42	4,07	0,15	4,31	6,90	3,68	1,86	0,12	0,03	0,38	0,63	0,06	—	99,94
9	3062-2	56,14	0,95	17,61	5,55	2,41	0,17	3,59	6,50	3,59	1,53	0,21	0,07	0,68	0,60	0,02	—	99,62
10	12	56,42	0,84	13,63	5,70	1,27	0,13	3,37	7,50	3,10	1,37	0,15	0,01	—	—	—	6,2	99,69
11	45	56,77	0,82	17,74	6,15	2,04	0,07	3,56	7,43	3,28	0,97	0,16	0,02	—	—	—	0,74	99,75
12	2040	57,26	0,93	15,99	3,58	3,38	0,27	4,15	6,73	3,36	1,85	0,13	0,03	0,46	1,06	0,08	—	99,26
13	1951	58,08	0,78	16,89	4,16	3,15	0,17	4,52	6,67	3,62	1,35	0,11	0,01	0,29	0,46	Н. о.	—	100,26
14	3135	58,64	0,95	17,77	3,38	3,28	0,1	3,55	5,61	3,24	2,4	0,21	0,16	0,06	0,05	0,34	—	99,74
15	414	60,90	0,38	16,08	3,19	2,89	0,05	2,72	5,88	4,29	2,05	0,14	Н. о.	—	0,40	—	0,49	99,46
16	1856	60,92	0,79	15,88	2,73	3,86	0,18	3,14	5,83	3,53	1,78	0,11	0,12	0,19	0,67	0,38	—	100,11
17	2634	61,34	0,81	16,69	2,23	3,48	0,10	4,31	5,72	3,40	1,09	0,08	Н. о.	0,22	0,11	0,02	—	99,6
18	1806	66,14	0,33	16,99	2,37	0,82	0,1	0,08	2,64	3,92	3,01	0,05	0,06	2,38	0,92	0,14	—	99,95
19	1807	69,00	0,43	14,67	5,27	0,5	0,04	0,4	2,3	3,56	1,8	0,07	0,07	0,58	1,04	0,02	—	99,75

Примечание. Покровная фация: 1 — базальт; 3, 5, 8 — андезибазальты; 10—13, 15 — андезиты; 6 — игнимбрит. Субвулканические тела: 2 — базальт; 4, 7 — андезибазальты; 9, 16, 17 — андезиты; 18 — дацит; 19 — риодацит; 14 — диорит-порфирит; 4, 14 — р. Кавыч; 2 — падь Тимоновская; 1, 5, 6, 8 — р. Левая Авача; 11 — р. Средняя Авача; 3, 13, 15 — падь Таловая Речка; 18, 19 — падь Сырыцын; 17 — р. Тиманова; 12, 16 — р. Корневская; 7, 10 — оз. Авачинское; 9 — гора Плоская. Образцы из коллекций: 1, 2, 4, 6, 7—9, 12—14, 16—19 — Э. А. Химченко [144]; 5 — В. В. Валова [73]; 3, 15 — С. Е. Атрелкова [6]; 10, 11 — Богдановой [73].

модели [148], является отсутствие границ интерпретируемых как поверхности кровли мезозойских и домезозойских образований, которые, вероятно, разрушены и замещены при формировании тел вулканоплутонической ассоциации.

Тела, закартированные в границах вулканического комплекса, принадлежат к цепи стратовулканов, все фации которых объединены общими химическими свойствами, одним геологическим временем образования, единством вулканоструктурного положения.

Породы комплекса принадлежат к известково-щелочной серии (табл. 5, 10), причем вулканы южной части ближе к низкокальциевой серии, средней и северной частей — ближе к умереннокальциевой.

Тимоновский комплекс эродирован на всю мощность. В районе Авачинского озера наблюдается пересечение дайками питающей системы вулканического комплекса мезозойских терригенных отложений. Кроме того, на левобережье Средней Авачи в пади Сырыцын нижнеплейстоценовые базальты среднеавачинского комплекса залегают на покровных фациях тимоновского комплекса.

Изучение палеомагнитных свойств покровных фаций комплекса в междуречье Туамок—Средняя Авача [73], на р. Кавыча, в пади Глубокая, в истоках пади Сырыцын [144], на руч. Снежный [148] позволяет говорить о том, что их аккумуляция происходила в эпоху Матуяма, Гаусса и Гильберта в интервале от 2 до 3,6 млн лет назад.

К западу от горы Тимоновская в вулканотерригенных прослоях [144] обнаружен спорово-пыльцевой спектр, позволяющий датировать отложения, вмещающие субвулканические тела, плиоценом. Кроме того, за пределами территории на левобережье р. Стеновая в пепловых туффитах в основании склона, сложенного вулканическими тимоновского комплекса, собраны отпечатки листьев, которые позволяют сделать заключение о плиоценовом возрасте вмещающих пород [73]. Спорово-пыльцевой спектр и комплекс диатомовых водорослей из этих пород не противоречат этому заключению.

Калий-аргоновый возраст валовой пробы из субвулканического тела роговообманковых андезитов на правом борту Лево́й Авачи равен $5,07 \pm 0,32$ млн лет. Возраст диорит-порфиров из интрузии пади Тимоновская $4,51 \pm 0,34$ млн лет. Геологические и аналитические данные не противоречат плиоценовому возрасту тимоновской вулканоплутонической ассоциации.

Киркинайский вулканический комплекс (N_2kr)

Комплекс развит на правобережье р. Гаванка. С вулканическими тимоновским и гаванским комплексами он имеет тектонические контакты. Он образует горный хребет с пологими плоскими периклинальными склонами, сложенными на всю мощность (до 500 м) преимущественно покровами мегаплагиопорфировых базальтов, ан-

дезибазальтов с редкими прослоями агломератовых туфов и туфоконгломератов. Субвулканические тела комплекса — штоки и дайковые поля — закартированы в северных обрывах междуречья Гаванки и Мальцевской (притоки Лево́й Жупановой). Они имеют тот же, что и покровы, состав пород. Общая площадь вулкаников около 250 км².

Покровная фация сложена базальтами, андезибазальтами, агломератовыми туфами. Мощность отдельных потоков не превышает 10 м. Лавовые наслоения разделены метровыми корками красных агглютинированных кластолав. Они рассечены сравнительно редкими вертикальными дайками мощностью около 2 м северо-западного простирания. Мощность покровов достигает 500 м.

Субвулканические тела (β , $\alpha\beta N_2kr$) имеют в плане сравнительно небольшие размеры (обычно не более 2 км²). Они представляют собой участки сгущения даек в дайковых полях питающих вулканических систем в их средних и верхних зонах.

Таблица 11

Химический состав потоков киркинайского вулканического комплекса (левобережье р. Гаванка)

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	4157-1	52,14	0,94	14,50	4,27	4,53	0,14	7,78	8,69
2	4482	52,22	1,06	15,81	4,67	4,71	0,17	6,81	8,75
3	4485	53,30	1,00	18,42	4,49	2,53	0,11	4,31	8,36
4	4157-2	53,60	0,94	14,72	3,43	5,10	0,15	7,14	8,13
5	4484	53,62	1,09	17,85	3,32	4,93	0,15	4,19	8,19
6	4487	54,12	0,95	15,64	5,36	3,46	0,15	7,02	8,69
7	812	55,05	0,99	19,38	5,70	1,99	0,12	3,11	7,61
8	810	57,06	0,87	16,35	5,29	3,39	0,13	5,25	6,62

Окончание табл. 11

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	Сумма
1	4157-1	3,20	1,42	0,31	0,02	0,75	0,92	0,04	99,65
2	4482	3,09	1,40	0,23	0,02	0,14	0,47	Н. о.	99,55
3	4485	3,30	1,69	0,30	0,10	0,90	0,63	0,02	99,46
4	4157-2	3,04	1,75	0,35	Н. о.	0,90	0,94	0,06	100,25
5	4484	3,33	1,79	0,29	0,06	0,25	0,42	0,02	99,50
6	4487	2,98	1,51	0,28	0,03	0,26	0,09	Н. о.	100,54
7	812	3,52	1,68	0,29	<0,10	0,12	1,05	<0,10	100,61
8	810	2,74	1,68	0,19	<0,10	0,05	0,58	<0,10	100,20

Примечание. 1—7 — андезибазальты; 8 — андезит. Образцы из коллекций: 1—6 — Э. А. Химченко [144]; 7, 8 — В. С. Шеймовича [148].

Поэтому среди массивных пород нередко встречаются в составе субвулканических тел кластолавовые образования.

Породы комплекса — мегпорфировые и серийнопорфировые базальты с гиалопилитовой и интерсертальной структурой основной массы. Вкрапленники (до 40 %) представлены лабрадором—битовнитом, моноклинным пироксеном (около 10 %) и оливином (5—8 %). Для темноцветных типичны скелетные формы роста. Оливин замещается иддингситом. Нередко встречаются совершенно свежие породы.

Породы слабо дифференцированы и представлены совокупностью базальтов—андезибазальтов известково-щелочной серии (табл. 11).

Площадь развития киркинайского комплекса характеризуется в целом отрицательным магнитным полем интенсивностью 1—3 мЭ с отдельными максимумами до +1 мЭ.

В гравитационном поле комплекс характерного отражения не имеет.

Возраст комплекса принимается на основании изучения палеомагнитных свойств его эффузивных фаций. Согласно заключению Р. И. Ремизовского, формирование комплекса происходило в эпоху Матюяма и Гаусса в интервале 2,0—3,5 млн лет.

Гаванский вулканический комплекс (N_2gv)

Образования комплекса распространены в междуречье Левая Авача—Дзендзур—Гаванка и слагают хр. Дзендзур. С юга и севера границы комплекса скрыты под более молодыми четвертичными вулканиками. Общая площадь выходов составляет 500 км².

Покровная фация комплекса представлена лавами андезитов, реже андезибазальтов, а также псефитовыми и агломератовыми туфами среднего состава. Они слагают склоны хребта, поверхности которых согласны падению лавовых потоков. Обычно в склонах обнажаются серии из 3—4 лавовых потоков мощностью до 30 м каждый. Пирокластические прослои редки. Обычно они представляют собой фрагменты околожерловых, кратерных фаций, сложенных грубослоистыми агломератовыми туфами, инъецированными силлами и дайками андезибазальтов. Мощность таких разрезов около 100 м. Общая мощность покровной фации достигает 400 м.

Субвулканическая фация (α , $\alpha-\delta\pi N_2gv$) представлена субвулканической интрузией сложного состава от андезитов до диорит-порфиритов. Ее площадь около 65 км². Она вскрывается в эрозионной кальдере в верховьях руч. Теплый, пади Березовая. Рельеф здесь резко расчлененный с густой гидросетью. В вертикальном разрезе этого сложного тела — фрагмента питающей вулканической системы — выделяются верхняя и средняя зоны. Верхняя зона представлена ассоциацией пересекающихся разнонаправленных даек и силлов, прорывающих покровные фации.

Дайки препарируются в виде обособленных «пальцев», торчащих из агломератовых туфов. Они сложены преимущественно андезитами. Иногда представлены псефитовыми туффизитами, обломки в которых сложены массивными породами. Преобладают северо-западные простирания даек 290—340°. Мощность тел 2—5 м и не превышает 20 м. Кроме того, встречаются субпластовые тела неправильной линзовидной формы. Их мощность варьирует от 1 до 15 м. Отмечаются неки, состоящие из сопряженных даек северо-западного простирания.

Средняя зона обнажается в основании склонов и характеризуется сгущением дайковой сети. Дайки сгруппированы в пакеты мощностью до 30 м. Пакеты различаются как простиранием, так и составом тел, среди которых преобладают диорит-порфириты и андезиты, в том числе и роговообманковые.

Отдельные дайки среди пород покровной фации имеют андезитовый состав. Среди пород комплекса преобладают двупироксеновые андезиты и андезибазальты с порфировой структурой и массивной, иногда флюидальной текстурой и интерсертальной и гиалопилитовой основной массой. Они содержат от 25 до 45 % вкрапленников, среди которых преобладают зональные выделения плагиоклаза—лабрадора (до 30 %), присутствуют моноклинный и ромбический пироксены (до 20 %) и единичные выделения роговой обманки, нацело замещенной агрегатом магнетита и пироксена. Характерны гломеровые сростки плагиоклаза пироксенов и магнетита. Отмечаются оливинсодержащие разности покровных андезибазальтов. В основной массе встречены тридимит и кристобалит. В субвулканических телах отмечены андезиты, содержащие до 10 % роговой обманки — призматические выделения длиной до 5 мм. Среди пироксенов в этих породах преобладает гиперстен. Диорит-порфириты отличаются от порфировых эффузивов микрокристаллической основной массой с характерными кварц-калишпатовыми участками с гранофировой структурой. Акцессорные представлены апатитом, рудные — магнетитом. Субвулканическая интрузия подверглась интенсивной пропилитизации, аргиллизации, окварцеванию. Особенно интенсивно эти процессы проявлены на участках максимальных врезов.

Андезиты и андезибазальты относятся к известково-щелочной умереннокалиевой и низкокалиевой сериям (табл. 12). По содержанию Al_2O_3 породы относятся к высокоглиноземистому типу. При сравнении условных средних пород комплекса, он обнаруживает значимое отличие (в целом) от смежного киркинайского комплекса.

В магнитном поле покровным фациям комплекса присущи дифференцированные аномалии интенсивностью 0—3 мЭ. Субвулканическая интрузия совпадает с положительным магнитным полем интенсивностью до 500 мЭ. Гаванский комплекс приурочен к участку высокоградиентного положительного поля силы тяжести,

Таблица 12

Химический состав пород гаванского вулканического комплекса
(хр. Дзендзур)

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	515	50,74	1,09	17,71	3,17	6,87	0,16	6,59	9,81	2,66
2	1023	52,79	0,89	16,58	2,70	7,13	0,16	8,95	7,49	2,82
3	691	55,02	1,00	18,02	2,93	5,25	0,19	4,48	6,73	2,90
4	80	55,48	0,76	17,03	5,01	2,67	0,14	5,58	8,10	3,54
5	1029	55,76	0,82	19,18	4,22	3,78	0,15	3,62	7,44	3,46
6	1032-2	55,98	0,82	19,33	6,06	2,33	0,16	3,37	6,75	2,92
7	76-а	56,14	0,75	18,07	4,93	2,46	0,13	4,33	7,53	3,77
8	34	56,44	0,94	19,49	3,96	4,34	0,14	3,68	6,64	3,59
9	821	56,82	0,92	18,92	4,13	4,07	0,14	3,62	7,05	3,63

Окончание табл. 12

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	515	0,60	0,17	0,07	0,35	0,35	—	0,61	100,60
2	1023	0,77	0,18	<0,10	<0,05	0,25	<0,10	—	100,71
3	691	1,50	0,21	0,17	0,63	0,63	—	1,25	100,28
4	80	0,78	0,14	<0,10	0,53	0,17	<0,10	—	99,93
5	1029	1,04	0,23	<0,10	0,20	0,62	<0,10	—	100,52
6	1032-2	0,87	0,22	<0,10	0,74	0,65	<0,10	—	100,20
7	76-а	0,90	0,18	<0,10	0,13	0,22	<0,10	—	99,54
8	34	1,20	0,22	<0,10	<0,05	0,12	<0,10	—	100,76
9	821	1,04	0,20	<0,10	<0,05	0,19	<0,10	—	100,73

Примечание. 1, 5 — потоки; 2, 3, 4, 6—9 — субвулканические интрузии. 1 — базальт; 5—9 — андезиты; 2, 3, 4 — диорит-порфириды. Образцы из коллекций: 1, 3 — С. Е. Апрелькова [6]; 2, 4—9 — В. С. Шеймовича [148].

осложненному локальным максимумом над центральным субвулканическим телом.

Калий-аргоновый возраст пород субвулканического тела $3,12 \pm 0,18$ млн лет, а покровных андезитов пади Березовая — $2,26 \pm 0,16$ млн лет. Палеомагнитные определения, по заключению Р. И. Ремизовского, свидетельствуют, что покровные андезиты горы Пик образованы в эпоху Матуяма, возможно, во время события Реюнбон, т. е. около 2 млн лет назад. Вулканиды гаванского комплекса перекрыты нижнечетвертичными оливиновыми базальтами среднеавачинского комплекса.

Китхойский вулканический комплекс (N_2kt)

Выходы комплекса имеют в плане изометричные очертания. Он занимает площадь более 1500 км². В широтном направлении поле комплекса вытянуто на 35—40 км. На западе комплекс ограничен долиной рек Левая Авача и Авача, на юге — Авачинско-Коряжской вулканической грядой, на севере и востоке — долинами рек Вершинская и Чайявая. Комплекс представлял собой узел сближенных вулканов, некоторые были телескопированы.

Фациальный состав его тот же, что и состав тимоновского вулканического комплекса, примерно с теми же соотношениями покровных и интрузивных субвулканических фаций. По составу вулканиды китхойского комплекса дифференцированы от базальтов до андезитов. Редко встречаются дациты. Среди субвулканических тел встречены небольшие участки гранитоидного состава и структуры. Субвулканические тела образуют крупный массив в центральной части комплекса, эффузивно-пирокластические фации окружают его.

Покровные образования однородны по петрографическому составу: это серии потоков андезибазальтов, агломератовые туфы с обломками массивных базальтов. В части разреза выделяется серия серых оливинсодержащих андезитовых и андезибазальтовых потоков мощностью до 70 м. Среди пирокластических отложений преобладают агломератовые туфы с редкими потоками кластолав средне-основного состава. Общая мощность такой толщи достигает 400 м. Это довольно типичное строение покровной фации комплекса нарушается в правом борту р. Китхой, где в устье руч. Олень в основании пирокластической пачки наблюдаются вулканогенно-осадочные слои общей мощностью около 50 м. Здесь отмечается переслаивание белесых витрокластических туфов, туффитов, туфоалевролитов и туфопесчаников с мощностью слоев от 10 см до 1,5 м. Они содержат растительный детрит. Видимая мощность покровных образований комплекса в долине р. Китхой находится в пределах 200—500 м, а по данным бурения в долине Лево́й Авачи достигает 1000 м.

Субвулканические тела ($\alpha\beta$, α , $\alpha-\delta\pi$, δ , ζN_2kt) вскрыты лишь в пределах сингенетических палеовулканических построек на уровне средней и верхней зон глубинности [20]. Тела средней и, возможно, нижней зоны обнажены в истоках рек Китхой, Правая Налычева. Морфологически они представляют собой дайковые пакеты, в которых сопряжены порфиновые и порфиридные породы. Чаще всего в таких пакетах смежны дайки андезитов, диорит-порфиридов, встречаются диориты. Количество даек в пакете одного простирания 6—7 и более. Мощность отдельных даек колеблется от 0,4—1,5 до 3—5 м. Мощность пакетов достигает 120 м. Преобладающие простирания 310—330 и 20—40°.

Петрографический состав пород разнообразен: диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, диорит-порфириты, андезиты, андезибазальты. Порфиновые и порфировидные породы нередко связаны постепенными переходами. Секущие контакты наблюдались лишь между дайковыми порциями. Причем определенных закономерностей не отмечено, наблюдаются пересечения андезитов диоритами и обратные соотношения между подобными породами. Постмагматические преобразования выражены турмалинизацией, пропицитизацией и кварцевым прожилкованием.

Тела верхней зоны, образующие силлы, штоки, дайковые поля, внедрены в эффузивно-пирокластические образования и близки к ним как по составу, так и по структурно-текстурным особенностям. Это чаще всего андезибазальтовые тела с почти постоянной кластолавовой эндоконтактной оторочкой мощностью до 1 м. Иногда тела по восстанию целиком переходят в кластолаву. Контакты с вмещающими породами — это контакты даек, отчетливые, со слабой маломощной зоной обжига.

Петрографический состав пород комплекса практически не отличается от пород тимоновского комплекса. Характерной особенностью андезитов и андезибазальтов является гломеропорфировая структура, массивная текстура и тонкоплитчатая отдельность. Сrostки порфиновых выделений имеют полиминеральный состав (плагноклаз, пироксен, магнетит). Постоянно присутствует оливин.

На карте магнитного поля площадь комплекса характеризуется слабодифференцированным отрицательным полем интенсивностью 0—3 мЭ. В аномальном гравитационном поле китхойский комплекс не имеет оригинальной характеристики. Плотность вулканитов типична для пород плиоценовой андезито-базальтовой формации. Для агломератовых и псефитовых туфов она варьирует от 2,16 до 2,68 г/см³ (средняя 2,43 г/см³). Для андезитов и андезибазальтов значения плотности меняются от 2,06 до 2,85 г/см³ (средняя 2,55 г/см³). Остаточная намагниченность эффузивов меняется в пределах (1368—2660) × 10⁻⁶ ед. СГС.

Петрохимические особенности китхойского комплекса в целом близки к породам тимоновского комплекса. Проведенные корреляции условных средних при линейной интерполяции не обнаружили различий между покровными образованиями и субвулканическими телами этого комплекса (табл. 13, 14).

Вулкано-терригенные образования правобережья р. Китхой (устье руч. Олень) содержат спорово-пыльцевой спектр, позволяющий коррелировать вмещающие отложения с энметенской свитой [144]. Были изучены палеомагнитные свойства семи разрезов эффузивных серий, относимых прежде [6] к раннему плейстоцену. Результаты исследований показали [144, 148], что потоки изливались в эпохи Матуяма, Гаусса, Гильберта в период от 1,2 до 3,8—4,5 млн лет назад. Калий-аргоновые определения показали возраст диоритов 2,47 ± 0,18 и 2,10 ± 0,50 млн лет, анде-

Таблица 13

Химический состав пород китхойского вулканического комплекса

№ п. п.	№ п. п. образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.	Сумма
1	832	51,89	1,0	17,79	6,10	3,32	0,18	5,0	9,02	3,14	0,84	0,19	<0,10	0,40	0,53	<0,10	—	99,4
2	2240a	51,98	0,44	16,88	2,13	5,41	0,06	9,26	8,52	3,06	1,16	0,20	—	0,70	0,70	—	0,5	100,3
3	4653	53,50	0,9	17,3	5,0	3,42	0,16	5,24	6,84	3,2	1,18	0,14	0,01	1,9	0,64	0,22	—	99,65
4	1017-1	54,75	0,88	15,65	3,72	5,13	0,16	7,69	7,91	2,64	1,20	0,18	<0,10	<0,05	0,55	<0,10	—	100,46
5	1743	54,84	1,02	15,65	4,08	4,34	0,2	4,92	7,68	4,89	1,27	0,24	Н. о.	1,02	0,18	0,1	—	100,43
6	362	55,02	0,86	17,15	4,62	2,74	0,11	4,27	7,18	2,62	1,16	0,16	0,13	1,81	1,27	0,69	—	99,79
7	1532	55,02	0,48	18,15	5,80	2,69	0,07	4,24	7,39	3,51	1,71	0,05	—	0,57	0,57	—	0,55	100,23
8	870	56,02	0,90	17,23	4,48	3,65	0,14	4,13	8,0	3,59	1,08	0,17	<0,10	0,66	0,52	<0,10	—	100,57
9	1037	56,47	0,64	15,48	4,62	2,31	0,13	7,32	7,88	3,47	0,95	0,15	<0,10	0,47	0,71	<0,10	—	100,60
10	2440	57,02	0,65	18,04	4,73	1,77	0,15	3,79	4,60	3,61	1,10	0,18	0,08	2,69	1,67	0,3	—	100,38
11	383-1	57,58	0,6	15,69	3,36	2,8	0,1	4,92	3,64	4,01	1,63	0,12	0,15	1,26	1,06	2,96	—	99,88
12	372-4	59,14	0,69	15,53	4,45	2,96	0,08	2,9	6,45	3,77	2,32	0,14	0,04	0,66	0,43	0,67	—	100,23
13	1805	59,68	0,69	16,26	2,16	4,11	0,11	4,93	6,50	4,06	1,29	0,14	<0,10	0,46	<0,05	<0,10	—	100,39
14	59	60,14	0,79	16,09	3,08	2,82	0,18	3,31	6,22	3,92	2,55	0,17	0,16	0,20	0,48	0,02	—	100,13
15	74	62,68	0,53	17,01	1,94	3,25	0,11	3,12	5,01	3,81	1,60	0,13	<0,10	0,47	0,13	<0,10	—	99,79
16	764-2	63,86	0,45	17,00	1,33	1,77	0,08	1,49	4,09	4,5	1,3	0,13	<0,10	1,82	0,50	1,50	—	99,82

Примечание. Субвулканические тела: 1 — базальт; 3, 5, 6, 8 — андезибазальты; 9, 11, 13 — андезиты; 16 — лацит; 10, 12 — диорит-порфириты; 15 — кварцевый диорит. Потоки: 2 — базальт; 4, 7 — андезибазальты; 14 — андезит; 1, 3, 6, 9, 11, 12, 14, 15 — р. Китхой; 16 — междуречье Сарайна—Китхой; 2, 5 — р. Вершинская; 10 — р. Талова; 4 — р. Лезая Аваца; 7 — р. Колокольникова; 8, 13 — р. Валобраная. Образцы из коллекций: 1, 4, 9, 15 — В. С. Шеймовича [148]; 3, 5, 6, 10—12 — Э. А. Химченко [144]; 2, 7 — С. Е. Атрелкова [6]; 8, 13, 16 — В. В. Валова [73].

Таблица 14

Химический состав эффузивных покровов приводораздельных частей китхойского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	2864	53,94	0,81	16,16	3,03	4,94	0,14	7,44	7,54
2	836	54,11	0,81	14,97	3,82	4,77	0,16	8,66	8,17
3	1754	56,02	0,82	17,72	3,29	4,51	0,14	5,08	7,23
4	9615	56,88	0,85	16,31	2,76	4,63	0,14	4,34	7,01
5	3537	56,96	0,89	15,87	3,09	4,60	0,14	5,76	7,29
6	1720	58,34	0,75	16,84	6,37	1,02	0,14	4,72	7,28
7	847	58,38	0,63	15,66	3,18	3,58	0,13	6,63	7,21
8	3279	58,46	0,66	15,14	3,88	3,35	0,15	6,03	7,35
9	2443	59,90	0,69	16,46	2,62	3,76	0,12	3,75	5,89
10	50	59,92	0,66	16,79	2,99	3,77	0,12	4,89	5,74
11	2444	60,22	0,69	15,83	3,90	2,43	0,12	3,39	6,48
12	1017	61,43	0,57	17,19	3,27	2,78	0,11	4,23	5,89
13	1699	62,14	0,73	16,03	2,89	3,34	0,11	3,55	5,14

Окончание табл. 14

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	Сумма
1	2864	3,2	1,29	0,21	0,17	0,26	0,5	0,02	99,65
2	836	2,77	1,0	0,16	<0,10	0,15	<0,05	<0,10	99,55
3	1754	3,30	0,93	0,16	Н. о.	0,18	0,27	Н. о.	99,65
4	9615	3,44	1,4	0,16	0,09	0,96	0,05	0,05	99,07
5	3537	3,27	1,33	0,21	Н. о.	0,48	0,04	0,03	99,96
6	1720	3,22	1,03	0,14	Н. о.	0,32	0,08	0,04	100,29
7	847	3,44	1,13	0,14	<0,10	0,16	<0,05	<0,10	100,27
8	3279	3,09	1,29	0,12	0,06	0,06	0,25	0,02	99,91
9	2443	3,21	1,93	0,12	0,02	0,81	0,47	Н. о.	99,75
10	50	3,52	1,36	0,16	<0,10	<0,05	0,11	<0,10	100,03
11	2444	3,57	1,84	0,15	0,01	0,55	0,33	0,07	99,58
12	1017	3,76	1,16	0,14	<0,10	<0,05	0,22	<0,10	100,75
13	1699	3,78	1,88	0,13	Н. о.	0,22	0,28	0,08	100,30

Примечание. 1, 2 — андезибазальты; 3—13 — андезиты. 1, 5 — р. Поперечная; 2, 10 — р. Китхой; 3, 6 — гора Вершинская; 4 — р. Вершинская; 7 — хр. Олений; 8 — р. Сарайная; 9, 11, 13 — р. Чайвая; 12 — р. Левая Авача. Образцы из коллекций: 1, 3—6, 8, 9, 11, 13 — Э. А. Химченко [144]; 2, 7, 10, 12 — В. С. Шеймовича [148].

зитов — $2,61 \pm 0,16$ и $3,02 \pm 0,22$ млн лет. Не противоречат этим данным и результаты предшественников — $4,5 \pm 1,5$ млн лет [144]. По данным бурения [89] эффузивно-пирокластические отложения комплекса в районе устья р. Тиманова на глубине 467 м перекрывают игнимбритовый покров, который венчает эф-

фузивно-пирокластический разрез. Этот разрез и игнимбритовый покров коррелируется нами с покровными фациями тимоновского или же вахталкинских комплексов плиоценовой андезито-базальтовой формации.

На основании изложенных фактов возраст комплекса считается плиоценовым.

Авачинский район

Вахталкинский вулканический комплекс (N_2vh)

Образования этого комплекса распространены в междуречьях Туамок—Правая Авача, Правая Авача—Левая Вахталка, в бассейне р. Вахталка. Площадь, занятая комплексом, более 110 км². На ней развиты преимущественно эффузивно-пирокластические образования. Субвулканические тела и дайки единичны.

Покровная фация представлена наложениями андезитов, андезибазальтов, агломератовых туфов, дацитовых игнимбритов. Залегание слоев субгоризонтальное или слабонаклонное (до 15°). Среди потоков преимущественное развитие имеют двупироксеновые андезибазальты. Обломки агломератовых туфов сложены теми же породами. В отдельных случаях (в правом борту р. Туамок) фиксируются переходы агломератовых туфов в туфоконгломераты, в которых встречаются галька и валуны сланцев стеновой серии. В основании горного массива, сложенного вулканиками комплекса, вскрыты игнимбриты. Они формируют покров серых, красновато-бурых пород с фьямме, стекловатыми обособлениями и ксенолитами основных эффузивов темно-серого цвета. В бассейне Вахталки вулканики перекрывают палеозойские, мезозойские и раннекайнозойские образования. Мощность покровных фаций не менее 350 м.

Субвулканические тела (αN_2vh) комплекса вскрыты в междуречье Туамок—Стеновая, где они представлены телами андезитового состава с кластолавовыми оторочками мощностью от 1 до нескольких метров.

Петрографический состав андезибазальтов и андезитов типичен для вулкаников плиоценовой формации. Они представлены плагиоклаз-двупироксеновыми разновидностями. Необычным является обилие гомеогенных включений диоритового состава с мелкозернистой, мелкокристаллической структурой. Игнимбриты имеют кислый состав. Структура порфирокластическая. Порфирокласты представлены андезином (10—15%), пироксенами (5—7%) и зеленой роговой обманкой (до 5%). Структура мезостазиа пемзово-пепловая. Ксенолиты представлены обломками андезибазальтов до 5—7 см в поперечнике.

Принадлежащие к известково-щелочной серии вулканики обнаруживают довольно широкие вариации в содержании K₂O (табл. 15).

Таблица 15

Химический состав пород вахталкинского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	438	56,43	0,68	18,68	5,54	2,51	0,15	3,63	7,94	3,66
2	151	57,60	0,65	15,79	4,00	3,42	0,14	5,72	6,84	3,68
3	687	57,92	0,8	16,00	3,62	4,84	0,15	5,12	7,07	2,82
4	3403	57,98	0,76	16,97	2,50	3,61	0,13	4,13	6,88	3,44
5	52	60,58	0,89	15,65	4,36	2,92	0,13	2,94	5,61	2,98
6	49/1	61,02	0,82	15,09	3,62	3,22	0,095	3,27	5,10	3,18
7	52-а	61,32	0,86	15,67	4,10	2,61	0,10	2,82	4,88	3,26
8	1946	62,98	0,56	17,0	2,37	2,80	0,11	2,97	5,79	3,17
9	1213	63,92	0,55	15,65	2,98	0,83	0,10	1,37	3,76	3,82
10	3423	65,55	0,14	20,69	0,36	0,96	0,04	0,74	6,94	4,61

Окончание табл. 15

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	438	0,82	0,13	0,10	—	0,31	—	—	100,58
2	151	1,23	0,15	0,04	—	—	—	0,30	99,56
3	687	1,09	0,12	0,03	—	—	—	0,68	100,26
4	3403	0,48	0,13	<0,10	—	2,07	0,10	—	99,18
5	52	2,54	0,20	<0,03	—	—	—	0,5	99,30
6	49/1	2,74	0,18	<0,03	—	—	—	0,90	99,23
7	52-а	2,63	0,18	<0,03	—	—	—	0,88	99,31
8	1946	1,26	0,12	<0,10	0,62	0,28	<0,10	—	100,03
9	1213	3,45	0,11	0,04	—	—	—	2,6	99,18
10	3423	0,38	0,04	<0,10	0,4	<0,05	<0,10	—	100,85

Примечание. 1, 8 — субвулканические тела; 2—7 — покровы. 1, 8 — роговообманково-двупироксеновые андезиты; 2—7 — двупироксеновые андезиты; 9, 10 — игнимбрииты. 1 — междуречье руч. Сумный—Горелая; 2, 3 — р. Правая Авача; 4, 8 — р. Сумная; 9 — р. Бугровая; 5—7 — р. Туамок; 10 — руч. Каменистый. Образцы из коллекции В. В. Валова [73].

Комплекс характеризуется слабодифференцированным отрицательным магнитным полем интенсивностью 0—1 мЭ; приурочен к интенсивной гравитационной ступени северо-западного простирания. Средняя плотность пород 2,47 г/см³, магнитная восприимчивость находится в пределах (1230—1578) × 10⁻⁵ ед. СГС.

Палеомагнитный анализ эффузивных серий комплекса позволил Р. И. Ремизовскому датировать время их излияний эпохой Магуяма, Гаусса, Гильберта, то есть промежутком 2—5 млн лет назад [73].

Седловский вулканический комплекс (N₂sd)

К комплексу отнесены вулканииты, распространенные в районе горы Седло (высота 1114,8 м), в бассейнах рек Гаванка, Кунчилова, Половинка, Тополовая (левые притоки р. Авача). Общая площадь их распространения 110 км².

Эффузивно-пирокластическая фация комплекса имеет преимущественное развитие и составляет около 80 % площади комплекса. Ее породы дифференцированы от андезибазальтов до дацитов. Залегают породы субгоризонтально или слабонаклонно. Они перекрывают дислоцированные верхнемеловые и миоценовые образования.

В нижней части покровной фации наблюдается переслаивание потоков андезитов, андезибазальтов и их туфов. В истоках р. Старо-корякская наблюдается разрез [115]:

1. Серия потоков андезибазальтов серого цвета. Мощность отдельных потоков 5—10 м	73
2. Туфы псаммопсефитовые	20
3. Андезиты светло-серые	5
4. Туфы псефитовые светло-серые	3
5. Андезибазальты темно-серые	10

Мощность разреза 111 м.

В верхней части разреза отмечается преобладание пород кислого и средне-кислого состава: андезитов, дацитов, игнимбриитов. Мощный игнимбриитовый покров вскрыт на правом берегу р. Гаванка. Здесь отмечены переходы слабоспекшихся разновидностей в лавоподобные.

Представительный разрез верхней части покровной фации наблюдался на восточном склоне горы Седло:

1. Андезиты роговообманковые светло-серые	50
2. Андезибазальты плагиоипироксеновые с красной шлаковой коркой сверху слоя мощностью 2 м	12
3. Дациты светло-серые пористые	27
4. Андезибазальты плагиоипироксеновые серого цвета	7
5. Дациты, аналогичные слою 3	9
6. Андезибазальты плагиоипироксеновые серого цвета	25
7. Дациты серого цвета массивные	28
8. Туфы агломератовые красно-бурые андезитового состава	5
9. Андезиты пироксеновые, темно-серые с плитчатой отдельностью	7
10. Игнимбриитовый покров со сложными переходами спекшихся лавоподобных разновидностей в слабоспекшиеся туфоподобные. Возможны наслаения игнимбриитовых потоков мощностью от 10 до 30 м. Цвет пород коричнево-бурый	125

Мощность разреза 295 м.

Общая мощность эффузивно-пирокластической фации достигает 550 м.

Игнимбриты обладают характерным сиреневатым оттенком, пористые, псевдофлюидальные породы с порфирокластической структурой. Кристаллокластический компонент представлен андезином (до 20 % объема породы), кристаллы которого образуют призмы до 2 мм в длину, и пироксенами (до 10 %). В ксенолитах наблюдаются обломки андезитов. В породах постоянно присутствуют фьямме, достигающие в длину 5,5 см.

Субвулканические тела (αN_2sd) сложены дацитами, андезитами и андезибазальтами. Андезиты и андезибазальты образуют небольшие штокообразные тела, дающие на склонах куполообразные возвышенности.

Андезибазальты — порфиновые породы с долеритовой и интерсертальной основной массой, содержат до 30 % вкрапленников, среди которых около 15 % плагиоклаза—лабрадора, до 10 % моноклинных пироксенов и около 1 % оливина и гиперстена. В андезитах оливин отсутствует. Структура основной массы микролитовая. Дациты содержат до 20 % порфировых выделений, среди

которых помимо плагиоклаза и пироксенов присутствуют в виде единичных зерен кварц и биотит. Отмечаются сростки плагиоклаза, кварца, пироксенов и магнетита. Основная масса гиалиновая, граунофирровая.

Химизм вулканитов комплекса в процессе его становления изменяется гомодромно. При этом в кислых дериватах (табл. 16) щелочность увеличивается скачкообразно. Если андезибазальты являются известково-щелочными породами умеренной щелочности, то дациты на классификационной диаграмме попадают в зону субщелочных пород. Такая эволюция химизма характерна для субщелочных пород, прошедших этап кальдерообразования [58].

Площади комплекса соответствует интенсивный знакопеременный мозаичный тип магнитного поля. Среднее значение плотности пород 2,60 г/см³.

Покровы комплекса перекрывают миоценовые вулканиты южнобыстринского комплекса (N_{1jub}), что наряду с его морфологией свидетельствует в пользу плиоценового возраста комплекса.

Таблица 16

Химический состав пород седловского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	2425	55,38	0,68	18,46	4,91	3,38	0,15	4,51	8,73
2	5039-1	58,05	1,08	15,02	4,42	2,63	0,17	3,55	5,66
3	5038-2	58,36	1,14	15,60	3,77	3,39	0,12	2,50	6,22
4	1447-1	61,08	0,87	15,59	3,61	2,90	0,15	2,82	5,50
5	3083	63,8	1,05	13,26	5,23	2,36	0,14	2,42	5,61
6	3301	66,12	0,85	15,77	1,92	1,97	0,09	1,29	2,52
7	1467	66,20	0,67	14,37	3,19	2,27	0,11	2,18	3,98

Окончание табл. 16

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Сумма
1	2425	3,31	0,66	0,17	0,10	—	—	—	100,44
2	5039-1	2,50	2,60	0,16	0,03	0,53	1,02	1,35	98,77
3	5038-2	2,52	2,25	0,20	0,17	1,24	0,46	1,80	99,74
4	1447-1	3,00	2,51	0,15	0,10	0,02	1,49	1,49	99,79
5	3083	2,51	2,25	0,13	0,10	—	0,84	0,84	99,70
6	3301	2,55	4,00	0,14	0,02	—	1,42	1,42	98,66
7	1467	3,03	2,75	0,10	0,12	—	0,91	0,91	99,88

Примечание. 2 — субвулканическое тело; 1, 3—7 — потоки; 1—4 — андезиты; 5—7 — игнимбриты дацитового состава. 1, 4, 6, 7 — р. Гаванка; 2, 3 — левобережье р. Тополовая; 5 — гора Седло. Образцы из коллекций: 1 — В. В. Валова [73]; 2—7 — А. А. Матвиенко [115].

Крашенинниковский вулканический комплекс ($N_2krš$)

Вулканиты комплекса распространены в узкой полосе северо-западного направления в районе мыса Казак и на п-ове Крашенинникова. Полоса выходов протягивается на 20 км при ширине от 1,5 до 4 км. Несомненно, что она фиксирует зону тектонического разлома того же простирания. Субвулканические тела комплекса, дайки, покровы представлены андезибазальтами и андезитами, которые прорывают и перекрывают туфы и туфопесчаники завойковского комплекса. Характерной особенностью всех пород является мегаплагиофирровая структура.

Выходы пород комплекса принадлежат к субвулканическим телам (β , $\alpha\beta N_2krš$) андезибазальтового состава.

Эффузивная фация представлена фрагментом лавового потока в восточной части п-ова Крашенинникова, где мегаплагиофирровые андезибазальты мощностью 10—15 м перекрывают туфоконгломераты завойковского комплекса. В составе конгломератов окатанные обломки андезитов. Линия контакта волнистая, с карманами глубиной до 15 см. Лавы у контакта имеют такситовую текстуру и агглютинативную оторочку мощностью 2 см. Текстура пород массивная, полосчатая. Вкрапленники (45 % объема породы) представлены лабрадором, который составляет примерно 35 % объема породы. Длина кристаллов достигает 15 мм. Остальные порфиновые выделения (около 10 %) представлены ромбическим и моноклинным пироксеном и единичными зернами оливина, почти нацело замещенного идиингситом. Структура основной массы гиалопилитовая. Микролиты представлены плагиоклазом, авгитом, гиперстеном, магнетитом, калишпатом и кварцем. Калишпат распределен неравномерно. Отмечено повышенное содержание акцессорного апатита.

Таблица 17

Химический состав пород крашенинниковского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	171	53,81	1,26	18,38	2,53	4,75	0,09	3,60	7,40	3,68
2	131	56,32	0,85	17,46	2,63	3,66	0,13	2,70	8,19	4,05
3	158-1	56,72	0,80	18,41	3,54	2,87	0,12	3,06	7,51	3,91
4	172	57,98	1,08	16,33	1,83	4,75	0,09	3,20	7,00	3,63
5	—	59,11	1,1	16,10	4,41	2,96	0,12	3,00	5,30	4,13

Окончание табл. 17

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	171	2,07	0,28	—	—	—	—	0,92	98,77
2	131	2,00	0,23	<0,1	1,24	0,40	<0,1	—	99,86
3	158-1	2,00	0,24	<0,1	0,1	0,50	<0,1	—	99,78
4	172	2,74	0,28	—	—	—	—	0,75	99,66
5	—	3,30	0,31	—	—	—	—	—	99,84

Примечание. 1, 2, 4, 5 — субвулканические тела; 3 — поток. 1—3 — андезибазальты; 4, 5 — андезиты. 1, 4, 5 — мыс Казак; 3 — п-ов Крашенинникова; 2 — пос. Советский. Образцы из коллекций: 1, 4 — М. Ю. Пузанкова [45]; 2, 3 — В. С. Шеймовича [148]; 5 — Э. Ю. Балуева [19].

На бинарной классификационной диаграмме фигуративные точки крашенинниковского комплекса располагаются на границе субщелочной и известково-щелочной серий (табл. 17).

Комплекс характеризуется слабодифференцированным положительным магнитным полем интенсивностью 3—5 мЭ.

Калий-аргоновое датирование андезибазальтов мыса Казак показало возраст $3,38 \pm 0,14$ млн лет, а подобных пород п-ова Крашенинникова — $3,41 \pm 0,05$ и $5,7 \pm 0,5$ млн лет. По результатам анализа палеомагнитных данных покрова этого полуострова (анализ проведен В. В. Герником, ВСЕГЕИ) время образования покрова соответствует эпохе Матуяма. На основании К-Аг определений возраст комплекса принимается плиоценовым.

Зеленовский вулканический комплекс (N₂zI)

К комплексу отнесены эффузивно-пирокластические и субвулканические образования средне-основного состава: базальты, андезибазальты, агломеративные и псефитовые туфы, диорит-порфиры. Они распространены на правобережье р. Паратунка, в верховьях рек Большая и Малая Саранная, Большой Вилюй. К это-

му комплексу отнесены вулканы в междуречье Паратунка—Карымчина, многочисленные дайки и тела в хр. Поперечный.

Покровная фация комплекса перекрывает более древние олигоцен-миоценовые образования — вичаевскую серию, асачинскую свиту и в свою очередь перекрыта потоками Вилючинского вулкана, ледниковыми отложениями. Наиболее полный разрез эффузивно-пирокластических накоплений известен в верховьях р. Паратунка, где залегают [5]:

1. Андезибазальты черные массивные	10
2. Туфы агломеративные грубослоистые бурого цвета. Мощность отдельных слоев 0,5—3,0 м. Обломки (от 0,3 до 1 м) представлены массивными и пористыми андезитами, серыми и желтыми туфами, вулканическим стеклом. В верхней части пачки маломощный (около 2 м) поток андезитов	140
3. Андезибазальты темно-серые плагиоклаз-пироксеновые	20
4. Туфы псефитовые и агломеративные слоистые	100
5. Кластолавы андезитовые пористые плагиоклаз-пироксеновые. Состав обломков (до 10 см) и цемента однородный	30
6. Пачка слоистых псаммопсефитовых туфов	50
7. Андезиты черные двупироксеновые	4
8. Туфы агломеративные, аналогичные слою 2	150
9. Андезиты серые двупироксеновые	10

Мощность разреза 520 м.

В междуречье Малая Саранная—Нижняя Саранная—Тополовый нижние части разреза представлены существенно пирокластическими образованиями. Туфы содержат гальку подстилающих пород. Вверху разреза отмечены серии андезибазальтовых потоков [97].

Общая мощность покровной фации не превышает мощность приведенного разреза.

Субвулканическая фация (α , $\delta\pi N_2zI$) объединяет субвулканическую интрузию диорит-порфиритов в районе оз. Тополовое в центральной части комплекса, тела андезитов и дайки андезибазальтов ($\alpha\beta$), андезитов по обоим бортам р. Паратунка. В частности, севернее вулкана Вилючинский туфопесчаники асачинской свиты прорваны серией многочисленных даек андезибазальтов. Дайки имеют вертикальное падение, мощность не более 10 м, меридиональное простирание. Они окружают центральную интрузию с параметрами $1 \times 2,5$ км.

Андезибазальты — наиболее распространенные породы комплекса, имеют порфировую структуру и содержат 15—25 % вкрапленников, которые представлены преимущественно лабрадором № 70 (до 20 %), авгитом (до 5 %), единичными зернами гиперстена. Структура основной массы витрофировая, интерсертальная. Стекло часто замещено хлоритом и рудным. Акцессорные представлены апатитом. В андезитах увеличивается количество гиперстена, появляется роговая обманка.

Таблица 18

Химический состав пород зеленковского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	198-1	49,16	0,68	23,47	2,63	4,02	0,12	4,56	12,22
2	1102	60,68	0,77	18,23	2,88	2,90	0,18	1,85	5,66

Окончание табл. 18

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	CO ₂	Сумма
1	198-1	2,35	0,38	0,1	<0,1	0,23	0,09	<0,1	100,01
2	1102	5,00	0,94	0,3	<0,1	0,3	0,05	<0,1	99,74

Примечание. 1 — покров; 2 — субвулканическое тело. 1 — базальт (р. Средняя Саранная); 2 — андезит (р. Нижняя Саранная). Образцы из коллекции В. С. Шеймовича [148].

Химические анализы пород (табл. 18) указывают на их пониженную магнезиальность и несколько повышенную щелочность, при резком преобладании Na₂O. С комплексом (с его центральной частью) совпадают положительные аномалии магнитного и гравитационного полей. Средняя плотность вулканитов колеблется в пределах 2,57—2,67 г/см³. Калий-аргоновые возрасты базальтовых покровов в бассейне Средней Саранной равны 6,55 и 4,03 млн лет.

Возраст комплекса принимается плиоценовым на основании его стратиграфического положения, а также на основании радиологических датировок его пород.

Южно-Камчатский район

Вичаевский вулканический комплекс (N₂vс)

Комплекс занимает главным образом пространство междуречья Вичаевская—Асача, а также закартирован по правобережью р. Асача. Он образован наслоениями андезитовых и андезибазальтовых лав, субвулканическими телами базальтов, андезибазальтов, андезитов, дацитов и риолитов. Тела кислого состава и покровная фация занимают равные по площади участки. Породы комплекса занимают 350—400 км². Его поле разделено меридиональным горстом на два равных участка. В пределах горста обнажены толщи вичаевской серии и асачинской свиты.

На междуречье Асача—Мутная, в склонах высоты 863 м, отмечено перекрытие отложений асачинской свиты, содержащих здесь

остатки пеллеципод ильинского фаунистического горизонта [111], серий покровов комплекса. И подстилающие, и перекрывающие породы дислоцированы вдоль многочисленных тектонических нарушений и залегают под углами от 10 до 35°. Здесь покровная фация характеризуется следующим разрезом:

1. Туфы агломератовые темно-серые. В толще туфов потоки кластолав мощностью от 3 до 8 м темно-серых порфировых андезитов	60
2. Андезиты плагиопорфировые буровато-серые с плитчатой отдельностью	85
3. Андезибазальты порфировые темно-серые, разделенные бурыми кластолавами мощностью 3—4 м на 5—6 пластов	50
4. Туфы псефитовые лапиллиевые, переслаивающиеся с псаммитовыми и псефосаммитовыми. Мощность переслаивания 0,5—1,5 м	22
5. Андезиты порфировые темно-серые	10
6. Андезибазальты серые, буровато-серые. Потоки имеют мощность 10—12 м, они разделены кластолавами с глыбовой отдельностью. В нижней части серии эффузивных потоков слой (12 м) псефитовых туфов того же состава	160

Мощность разреза 387 м.

Максимальная мощность покровной фации 600 м.

Субвулканические тела ($\alpha\beta$, $\zeta N_2vс$) комплекса образуют широкий по составу ряд пород — от базальтов до риолитов при значительном преобладании дацитовых тел. Размеры тел в плане от долей до 15 км². Часть из них прорывает вулканогенно-осадочные олигоцен-миоценовые толщи, а часть вскрывается среди покровных фаций комплекса и прорывает их. Они сопровождаются дайками-апофизами аналогичного состава. Нередко тела имеют сложный состав — от андезитов до риолитов (такова интрузия высоты 863 м в хр. Пемзовый).

Дациты имеют порфировую, полифировую, гломеропорфировую структуру, фельзитовую, гиалиновую и микропойкилитовую структуру основной массы, часто флюидальную текстуру. Содержание вкрапленников обычно не превышает 25 %. Они представлены андезином, редкими зернами ромбического и моноклинного пироксена, роговой обманкой. По бортам р. Асача распространены биотитовые разновидности, в которых содержание слюды достигает 15 %. Риолиты отличаются от дацитов наличием кварца во вкрапленниках, а также витрофировой и сферолитовой структурой основной массы.

Андезиты представлены пироксеновыми разновидностями с гломеропорфировой и серийнопорфировой структурами, гиалопилитовой структурой основной массы. Они содержат до 20 % вкрапленников андезина—лабрадора и до 15 % кристаллов моноклинного и ромбического пироксенов. Отмечаются редкие роговообманковые разновидности андезитов.

Базальты слагают небольшие (менее 1 км² в плане) куполообразные тела и дайки. Для них характерен более основной, чем

в андезитах, состав вкрапленников плагиоклаза (№ 55—60). Темноцветные вкрапленники представлены в них моноклинным пироксеном и оливином.

Для всех разновидностей пород комплекса характерны одинаковые рудные и акцессорные минералы: магнетит, апатит, редко циркон.

Субвулканические тела на северо-западных склонах хр. Пемзовый подверглись зеленокаменным преобразованиям. В них интенсивно развиты хлорит, эпидот, лейкоксен, карбонат, кварц, пирит, монтмориллонит, гидрослюда. Вдоль разрывов проявлены окварцевание и адуляризация. Именно к этому типу изменений приурочена золоторудная минерализация Асачинского месторождения.

По особенностям химического состава (табл. 19) породы относятся к известково-щелочной серии. Они пересыщены кремнеземом, умеренно богаты щелочами, натрий в них большей частью

Таблица 19

Химический состав субвулканических тел вичаевского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	3928	50,14	0,99	17,60	2,44	5,96	0,25	5,44	7,85
2	2223	51,32	0,99	17,66	4,09	6,29	0,16	5,24	8,69
3	3760	55,06	0,65	17,49	4,06	2,70	0,12	3,95	7,63
4	2796	56,40	0,73	17,35	4,76	2,57	0,19	3,31	6,50
5	2352	64,56	0,77	16,09	2,20	2,61	0,12	1,21	3,64
6	3969	68,36	0,44	14,95	1,52	3,47	0,10	1,29	3,98
7	915	76,08	0,61	12,55	0,55	0,52	0,05	0,24	0,95

Окончание табл. 19

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Сумма
1	3928	2,79	1,50	0,37	0,27	0,94	0,96	2,65	100,15
2	2223	2,70	0,82	0,36	0,03	0,09	0,83	0,69	99,96
3	3760	2,91	2,10	0,42	0,02	0,06	0,74	0,89	98,80
4	2796	2,90	1,38	0,33	0,20	0,40	0,99	1,75	99,76
5	2352	4,06	2,39	0,19	0,1	0,63	0,17	1,28	99,92
6	3969	3,37	1,80	0,22	0,03	0,05	0,13	0,23	99,94
7	915	3,20	3,99	0,11	0,02	0,11	0,64	0,56	100,18

Примечание. 1, 2 — базальты; 3 — андезибазальт; 4 — андезит; 5, 6 — дациты; 7 — риолит. 1, 2, 4—7 — хр. Пемзовый; 3 — оз. Лебединое. Образцы из коллекций: 1—4, 6, 7 — Е. А. Лоншакова [111]; 5 — В. Б. Лопатина [112].

преобладает над калием. Корреляции условных средних при линейной интерполяции [148] множеств анализов комплекса с кальдерным толмачевским, риодацитовым карымшинским обнаруживают сходство между ними.

Плотность пород варьирует в пределах 2,20—2,70 г/см³ (средняя 2,46 г/см³). Магнитная восприимчивость в среднем равна 370×10^{-6} ед. СГС. В магнитном поле комплекс не выделяется характерными аномалиями, с ним совпадает малоинтенсивная локальная аномалия силы тяжести. На участке развития пород комплекса устанавливается по геофизическим данным кровля мезозойского фундамента (глубина 1,2 км) и поверхность до-мезозойских образований (глубина 6 км). Степень сохранности древних отложений может свидетельствовать о том, что реальный вертикальный диапазон развития тел питающей вулканической системы менее 2 км.

Возраст комплекса устанавливается на основании его стратиграфического положения и данных К-Аг определений по валовым пробам из субвулканических тел [59]. Покровы комплекса залегают на отложениях асачинской свиты (конец нижнего миоцена), а субвулканические тела прорывают ее. Радиологический возраст трех проб соответствует $5,7 \pm 1,5$; $4,0 \pm 1,0$ и $4,5 \pm 1,0$ млн лет и свидетельствует о плиоценовом (скорее раннеплиоценовом) возрасте формирования комплекса.

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ПЛИОЦЕН-ЭОПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ РИОДАЦИТОВОЙ ФОРМАЦИИ

Формация имеет локальное распространение и в границах листов представлена одним карымшинским вулканическим комплексом (Южно-Камчатский район). Ранее эту формацию [20] относили к миоцен-плиоценовой «липарито-дацитово-риодацитовой формации».

Карымшинский вулканический комплекс

К комплексу отнесены преимущественно вулканы кислого состава, развитые в бассейне р. Паратунка, в ее истоках: в бассейнах рек Карымшина, Поперечная, Левая Быстрая на площади около 300 км². Кроме того, небольшие (1—3 км² в плане) разрозненные тела риолитов, риодацитов данного комплекса отмечены в небольшом удалении от основного массива кислых вулканических тел хр. Тополовый, на правом берегу р. Паратунка, в истоках рек Жирова и Вилюча. Отнесение вулканических тел к комплексу основано на пространственном, структурном сочетании покровных и интрузивных фаций сходного петрографического и химического состава. В развитии комплекса выделено две фазы. Основанием для такого выделения послужили главным образом результаты К-Аг определений.

Ранняя фаза (N_2k). Образования ранней фазы, объединяющие кислые туфы, субвулканические тела риодацитов и монцодиоритов, распространены в хр. Поперечный и занимают площадь около 60 км².

Покровная фация ранней фазы обнажена в левом борту долины р. Паратунка в ее верхнем течении. Она представлена наложениями туфов, туффитов и игнимбритов кислого состава мощностью до 400 м. Туффиты и туфы имеют риодацитовый состав, псаммитовую, псаммоалевритовую структуру, светло-серый цвет. Это кристаллолитокластические породы, в обломках которых наблюдаются плагиоклаз, кварц, биотит, пемзы, пепловые частички.

Субвулканические тела (λ , $q\delta\mu$ — $q\mu N_2k$) представлены риолитами, риодацитами, игнимбритовыми туффизитами и интрузиями сложного состава от кварцевых диорит-порфиритов до кварцевых монцодиоритов в верхнем течении р. Паратунка. Интрузии кварцевых монцодиоритов обнажаются в нижних частях склонов по обоим бортам долины на высоту 100 м и более. Выходы пород прослежены на расстоянии до 5,5 км. Общая площадь составляет 7 км². На правом берегу р. Паратунка они прорывают отложения мутновской толщи (олигоцен—миоцен) и сами секутся дайками андезибазальтов жировского комплекса. Выходы в левом борту реки позволяют говорить о существовании постепенного перехода монцодиоритов к порфировым породам того же состава и к кластическим разностям интрузивных пород — игнимбритоподобным туффизитам. Интрузии крайне неоднородны не только структурно, но и по составу. Вариации количественных соотношений кварца, плагиоклаза и калишпата обуславливают переходы к гранодиоритам и гранитам.

Это в основном лейкократовые породы, среднезернистые, неравномернозернистые, гипидиоморфнозернистые порфировидные с участками микропегматитовой структуры. В их составе (%): плагиоклаз — 65—70, кварц — 10—13, калиевый полевой шпат — 7—10, ортопироксен — 3—6, клинопироксен — 3—7, биотит — 1—2. Клинопироксен замещается сине-зеленой роговой обманкой. Вторичные изменения выражаются в развитии уралита по пироксенам, хлорита и глинистых минералов, эпидота.

Возраст кварцевых монцодиоритов, согласно К-Аг определению, соответствует 3,7; 4,95 и 5,12 млн лет.

Поздняя фаза (Q_Ek) объединяет многочисленные субвулканические тела кислого состава — экструзии и сопряженные с ними покровы игнимбритов и туфов. Образования поздней фазы составляют большую часть карымшинского вулканического комплекса.

Покровная фация поздней фазы представлена мощными покровами игнимбритов, довольно маломощными (от нескольких до десятков метров) псаммитовыми туффитами, содержащими редкие отпечатки листьев, пепловыми туфами. Эти образования имеют небольшое распространение. Они сохранились в бортахлевой Бы-

строй, в хр. Карымшина в виде останцов кровли на куполообразных субвулканических телах, в скринах междювковых пространств, у подножий экструзивных куполов, где мощность игнимбритовых покровов достигает 200 м.

На водоразделе рек Карымшина—Поперечная наблюдаются фрагменты слоистой пачки туффитов. Породы прорваны субвулканическими телами риолитов и образуют межинтрузивные блоки и клинья. Туффиты и туфы литовитрокристаллокластические; преобладают обломки пемз, пепла, кислый плагиоклаз, кварц. Мощность пачки около 90 м.

В псаммоалевритовых туффитах обнаружены отпечатки мелких листьев *Dryas oksensis* Cheleb., *Rhododendron paracamtshaticum* Cheleb., *Vaccinum* cf. *uliginosum* L., *Salix* cf. *arctica* Paill., которые позволили Г. Б. Чигаевой определить возраст вмещающих пород «не древнее плиоцена». Мощность покровной фации колеблется от 200 до 400 м.

Субвулканические тела (ζ , λQ_Ek) поздней фазы образуют крупные массивы в десятки квадратных километров и небольшие овалы в плане образования площадью от долей до нескольких квадратных километров. По составу они дифференцированы в пределах дацит—риолит, а по структурным особенностям среди них, наряду с порфировыми и афировыми (витрофировыми) породами, широко распространены и кластические породы — туффизиты с такситовыми, флюидальными и игнимбритоподобными текстурами. В таких породах присутствуют фьямнеподобные выделения.

В крутых склонах долин Карымшины, левой Быстрой хорошо видно дайковое строение массивов с кластическими структурами пород. Дайки таких пород прорывают туффиты, которые на контакте уплотнены. Дайки являются микрофазами становления субвулканических тел. Их мощность — первые метры. Они прослежены по восстанию на сотни метров. На левобережье р. Мутновская закартирована залежь таких пород мощностью до 200 м. Ее апофизы секут отложения асачинской свиты, а К-Аг возраст [122] соответствует эоплейстоцену. Породы имеют пепловую структуру витрофирового мезостаза, участками отмечается флюидальность, а среди порфирокластических выделений преобладают андезин, кварц, биотит.

Большинство субвулканических тел — Бабий Камень, Горячая, Бархатная, Каменная, тела, закартированные в хребтах Карымшина и Поперечный — имеют сложное строение. Последние порции (дайковые тела) нередко сложены светлыми сахаровидными риолитами с крупными (до 5 мм) вкрапленниками кварца и водянопрозрачного плагиоклаза и темными перлитами, которые представляют большой практический интерес из-за значительного коэффициента вспучивания.

Несмотря на различные условия залегания, большую площадь распространения, вулканы карымшинского комплекса очень однообразны по петрографическому составу. И игнимбриты, и субвул-

Таблица 20

Химический состав пород карымшинского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	1321-2	61,06	0,66	16,88	2,72	2,45	0,14	2,94	5,89	3,44
2	3869	63,04	0,60	16,21	2,87	2,48	0,11	1,94	4,94	3,71
3	1325-1	63,08	0,67	15,57	2,07	3,46	0,12	2,48	4,63	3,37
4	188-1	65,26	0,62	16,71	2,73	1,05	0,14	1,29	3,36	4,30
5	947	67,22	0,58	15,62	1,93	1,65	0,12	1,10	2,63	4,27
6	188	67,26	0,49	16,08	2,29	0,82	0,08	0,89	3,08	4,50
7	711	67,84	0,34	14,17	2,89	1,43	0,05	1,56	2,86	3,92
8	1393	69,76	0,34	14,68	0,60	2,36	—	1,14	1,80	2,95
9	1	70,10	0,35	15,76	1,43	1,50	0,07	2,39	3,09	3,17
10	1609-2	71,72	0,22	13,72	1,96	1,11	0,08	0,77	1,76	3,74
11	1187	72,04	0,33	13,03	1,90	0,63	0,11	1,80	2,60	4,20
12	1432-1	72,60	0,30	13,64	0,33	1,68	0,05	0,52	1,07	3,55
13	523	73,34	0,21	14,05	1,79	0,87	0,08	0,35	2,09	3,90
14	1432-2	74,52	0,26	13,27	<0,25	1,75	0,04	0,44	0,95	3,45

Окончание табл. 20

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	1321-2	2,19	0,11	<0,25	—	0,68	—	—	99,16
2	3869	1,52	0,33	0,06	0,92	0,98	0,09	—	99,80
3	1325-1	3,27	0,14	<0,25	—	1,5	—	—	100,36
4	188-1	2,73	0,15	<0,1	—	1,68	—	—	100,02
5	947	2,72	0,17	—	0,52	0,31	0,22	—	99,06
6	188	3,03	0,12	<0,1	—	0,98	—	—	99,62
7	711	3,27	—	—	—	—	—	—	98,33
8	1393	3,46	—	—	2,58	2,58	—	—	99,67
9	1	0,10	0,05	—	—	—	—	0,56	99,76
10	1609-2	1,80	0,18	0,03	1,45	1,08	—	—	99,62
11	1187	2,61	0,06	<0,1	—	0,86	—	—	100,17
12	1432-1	5,41	0,06	<0,1	0,48	0,12	<0,1	—	99,81
13	523	3,21	0,06	0,02	—	—	—	0,40	100,37
14	1432-2	5,47	0,05	<0,1	0,10	<0,05	<0,1	—	100,30

Примечание. Ранняя фаза. Субвулканические тела: 1, 3 — кварцевые монцодиориты; 7 — гранодиорит; 12, 14 — субщелочные лейкограниты. Поздняя фаза. Субвулканические тела: 2, 4—6 — дациты; 10 — риодацит; 13 — риолит. Покровная фация: 8, 9, 11 — игнимбриты. 1, 3, 7, 10 — правый борт р. Паратунка; 8, 9 — р. Карымшина; 2, 14 — р. Жирова; 4, 5, 11 — р. Левая Быстрая; 12 — р. Вилюча; 13 — гора Бабий Камень; 6 — руч. Начикинский. Образцы из коллекций: 1, 3, 4, 6, 11, 12 — В. Б. Лопатина [112]; 5 — В. С. Шеймовича [148]; 8, 9 — В. С. Шеймовича [58]; 2, 10 — Е. А. Лоншакова [111]; 7 — С. Е. Апелкова [5]; 13 — В. М. Зимина [97].

канические тела имеют практически один и тот же набор порфировых (порфиороклатических) выделений. Структура пород порфировая (или кристаллоклатическая), текстура флюидальная (или псевдофлюидальная). И в субвулканических телах, и в игнимбритовых покровах постоянно присутствуют ксенолиты (до 10 %), среди которых преобладают андезибазальты. Сходство пород усугубляется клатической структурой мезостазиса в риодацитах и в игнимбритах. В обоих случаях он обладает искаженной пепловой структурой, струйчатостью. Смятые пепловые частички «обтекают» ксенолиты и идиоморфные кристаллы. Их содержание достигает 60 %. В составе порфиороклатов и порфировых выделений преобладает плагиоклаз—андезин (30—40 %). Кварц встречается не повсеместно, содержание его оплавленных кристаллов достигает 25 %. Очень редко обнаруживается калишпат; зеленая роговая обманка, иногда опациitized, образует идиоморфные кристаллы. Редко встречаются биотит и пироксены, постоянно присутствует магнетит. Акцессорные представлены апатитом, единичными зернами циркона. Витроклатический компонент и основная масса девитрифицированы, превращены в фельзит.

Химические анализы пород комплекса приведены в табл. 20. На бинарной диаграмме рой фигуративных точек пород комплекса группируется в поле известково-щелочной умереннокалиевой серии. Внутри этого поля выделяются породы высококалиевой серии — кварцевые монцодиориты р. Паратунка.

В гравитационном и магнитном полях карымшинский комплекс выражен довольно обширными минимумами. Средние значения плотностей всех разновидностей вулканитов комплекса очень близки и колеблются в пределах 2,30—2,46 г/см³, а магнитная восприимчивость — (28—370) × 10⁻⁶ ед. СГС.

Возраст пород поздней фазы считается эоплейстоценовым не только на основании палеофлористических определений, но и определений абсолютного возраста. Семь К-Аг определений колеблются в пределах 0,5—1,39 млн лет.

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ЭОПЛЕЙСТОЦЕН-РАНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ БАЗАЛЬТОВОЙ ФОРМАЦИИ

Комплексы формации закартированы в Южно-Валагинском и Южно-Камчатском районах. В первом к ней отнесены базальты Пиначевского хребта (пиначевский комплекс), покровы оливиновых базальтов среднеавачинского комплекса, в Южно-Камчатском районе — такие крупные и сложные комплексы, как жировский, веселовский, острогорский с развитыми покровными и субвулканическими фациями. Состав покровных фаций базальт-андезибазальтовый. Покровы имеют спокойное залегание, близкое к первичному залеганию потоков, и несогласно перекрывают

Химический состав базальтов субвулканических тел и даек пиначевского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	933-1	49,90	1,0	16,01	4,29	5,14	0,17	9,03	9,16
2	2374-4	50,21	1,15	17,64	4,61	6,67	0,20	6,23	10,26
3	343	50,21	1,08	17,85	5,63	5,53	0,19	6,14	9,31
4	1874	50,4	1,04	17,16	3,84	5,30	0,17	8,25	9,66
5	4711	50,45	1,06	18,60	3,95	5,66	0,16	5,0	8,97
6	934	50,71	1,05	16,11	2,30	6,37	0,16	7,92	9,34
7	1340-1	52,27	0,97	19,68	4,70	5,36	0,13	5,12	8,91

Окончание табл. 21

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	Сумма
1	933-1	2,89	0,74	0,17	<0,10	0,50	<0,05	<0,10	99,00
2	2374-4	3,00	0,78	0,2	0,1	0,1	—	—	101,15
3	343	3,16	0,94	0,27	0,1	0,49	—	—	100,90
4	1874	3,24	0,74	0,17	0,27	0,50	<0,05	0,10	100,84
5	4711	3,3	0,85	0,2	<0,10	2,54	0,16	<0,10	100,90
6	934	3,29	0,88	0,20	<0,10	0,60	0,10	0,1	99,13
7	1340-1	2,80	0,74	0,17	<0,10	0,50	<0,05	<0,10	101,35

Примечание. 1, 6 — р. Пиначевская; 2—5, 7 — р. Дремучая. Образцы из коллекции В. В. Валова [73].

образования плиоценовых комплексов (тимоновского, гаванского). Имеющиеся К-Аг датировки пород жировского комплекса и палеомагнитные данные подтверждают указанное в названии время становления формации. Субвулканические интрузии, дифференцированные от базальтов до дацитов, прорывают асачинскую свиту. Вулканические комплексы формации образуют один латеральный ряд.

На аэрофотоматериалах комплексы формации в бассейне Авачи выделяются по ровным поверхностям базальтовых покровов, бронирующих приводораздельные части горных массивов. Эоплейстоценовые комплексы Южной Камчатки формируют горные массивы с плоскими периклинально расходящимися склонами, расчлененными глубокими трогами. На среднемасштабных снимках видна грубая слоистость эффузивно-пирокластических толщ, согласная наклону водораздельных поверхностей. В центральных частях таких массивов наблюдаются котловины эрозионных кальдер. На снимках в их крутых склонах видны отдельные отпрепарированные гребни даек, параллельные ложбины — следы разрывов.

Все породы принадлежат к известково-щелочной серии с существенным преобладанием Na₂O среди щелочей. Глубокий эрозионный срез позволяет увидеть среди порфировых пород питающей системы и полнокристаллические породы: диориты и диорит-порфириды.

Южно-Валагинский район

Пиначевский вулканический комплекс (Q_{Ерп})

К комплексу отнесены базальтовые вулканы, расположенные в междуречье Пиначевская—Дремучая. Они формируют изометричный в плане массив, самая возвышенная часть которого находится у его восточного края (высота 1458). От него склоны полого понижаются радиально в западных направлениях. Общая площадь, занятая породами комплекса, около 70 км². Комплекс объединяет покровные образования и субвулканические тела.

Покровная фация представлена переслаиванием базальтовых, андезибазальтовых потоков и агломератовых туфов того же состава. Залегание слоев пологое, однако в привершинной части вблизи контактов с инъекционными телами углы падения достигают 30°. Потоки маломощны и не превышают 5 м, мощности слоев туфов 4—25 м. Туфы преобладают в верхней части разреза. Мощность покровной фации достигает 600 м.

Субвулканические тела (βЕрп) — штоки и дайки базальтов, андезибазальтов тяготеют к западному краю поля комплекса. Наиболее крупное тело площадью 1,8 км² закартировано в истоках р. Дремучая. Контакты тела неровные с многочисленными апофизами в покровные образования комплекса. В них ксенолиты

приконтактных пород. Экзоконтактные изменения выражены в обжиге, слабой аргиллизации вмещающих пород. В эндоконтактах появляются кластические структуры. Дайки субвертикальны, образуют пакеты из 3—8 тел общей мощностью до 40 м. Простираение даек в дайковых полях преимущественно северо-западное. Таким образом, питающая система пиначевского комплекса представлена лишь своей верхней зоной.

Базальты представлены оливиновыми и пироксеновыми разновидностями. В оливиновых базальтах количество фенокристаллов достигает 50 %. Большая часть из них (30 %) сложена плагиоклазами. Оливин, который замещается идингситом, содержится в количестве 10 %. Примерно такое же количество пироксенов. В дупироксеновых базальтах и андезибазальтах количество вкрапленников не превышает 20 %. Цветные представлены пироксенами. Структура основной массы интерсерральная. Из рудных минералов постоянно отмечается магнетит, акцессорный представлен апатитом. В основной массе развиваются глинистые минералы.

Среди туфов преобладают агломератовые разности с псефитовым заполнителем, имеющие кристаллолитокластическую структуру. Обломки пород представлены оливин-двопироксеновыми базальтами, среди обломков кристаллов преобладают пироксены. Цемент алевроитовый, контактово-поровый.

Вторичные изменения выражаются в развитии хлорита, глинистых минералов. Отмечены зоны окварцевания и цеолитизации. В магнитном и гравитационном полях комплекс не имеет характерной выраженности в связи с небольшими параметрами. Плотность базальтов 2,38—2,88 г/см³ (средняя 2,66 г/см³), магнитная восприимчивость — (280—3600) × 10⁻⁶ ед. СГС при средней 235 × 10⁻⁶ ед. СГС, остаточная намагниченность — (269—19 768) × 10⁻⁶ ед. СГС.

По химическим характеристикам (табл. 21) базальты пиначевского комплекса отвечают высокоглиноземистым породам известково-щелочной умереннокалиевой серии.

В верховьях р. Дремучая образования пиначевского комплекса перекрыты эффузивами плейстоценового купольного комплекса. Анализ палеомагнитных данных по пробам из двух разрезов покровной фации комплекса указывает, по мнению Р. И. Ремизовского, на формирование комплекса в конце эпохи Матуяма в интервале от 1,6 до 1,2 млн лет [73]. В связи с этим возраст комплекса принимается эоплейстоценовым.

Среднеавачинский вулканический комплекс (Q_{1sa})

Комплекс сложен покровами оливиновых базальтов, андезибазальтов. К нему относятся также небольшие субвулканические тела базальтов, андезибазальтов. Останцы покровов площадью от 1—2 до 50 км² развиты в бассейнах рек Левая и Средняя Авача, Гаванка, Дзендзур на площади более 1000 км².

Покровы образованы сериями маломощных потоков (3—8 м) с корками кластолав. Изредка в их основаниях отмечаются горизонты туфоконгломератов, переходящих по простиранию в агломератовые туфы. Они перекрывают андезиты и андезибазальты плиоценовых тимоновского, гаванского и китхойского комплексов субсогласно, но всегда отличаются от подстилающих пород петрографическим составом — наличием вкрапленников оливина. Отмеченные выше конгломераты, видимо, фиксируют стратиграфический перерыв. В истоках р. Гаванка на базальтах комплекса залегают кислые туфы и игнимбриты позднечетвертичного семячского комплекса.

Наиболее крупные по площади распространения покровы оливиновых базальтов закартированы в междуречье Левая Авача—Гаванка—Дзендзур. Максимальная мощность эффузивных наслоений отмечена в районе оз. Дальнее, где достигает 300 м.

Субвулканические тела (β , $\alpha\beta$ Q_{1sa}) представлены единичными изометричными штоками диаметром до 500 м, субпластовыми образованиями неправильной формы площадью до 2 км². На эндоконтактах базальты приобретают афировую структуру.

Среди них выделяются плагиоклаз-оливиновые и плагиоклаз-двопироксеновые (с оливином) разновидности. Породы свежие, оливин иногда замещается идингситом. Рудный минерал представлен магнетитом, аксессуарный — апатитом.

В пироксеновых андезибазальтах отмечаются плагиоклаз-клинопироксен-ортопироксен-магнетитовые сростки диаметром до

Таблица 22

Химический состав пород среднеавачинского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	2618	50,88	0,83	16,16	2,14	6,72	0,15	8,98	9,78
2	3586	50,98	0,77	14,51	3,03	5,82	0,17	11,53	8,80
3	76-6	51,00	0,99	16,03	3,48	5,98	0,18	7,27	10,06
4	2065-2	51,26	0,75	14,35	1,58	6,05	0,24	12,84	8,64
5	2640	51,50	0,76	14,67	4,44	3,20	0,22	7,38	8,80
6	78	52,04	0,57	12,84	3,10	5,80	0,15	13,58	8,59
7	1303	52,96	0,81	15,01	2,32	7,60	0,17	9,05	9,37
8	77	54,22	0,69	15,64	3,96	3,86	0,13	7,51	7,74
9	76	54,58	0,75	18,18	4,08	3,43	0,13	4,61	7,10
10	3358	55,06	1,12	15,67	2,91	5,39	0,14	7,54	6,51
11	79	56,40	0,72	18,27	4,22	3,13	0,13	3,59	6,70

Окончание табл. 22

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Сумма
1	2618	2,44	0,59	0,16	0,01	0,06	0,25	0,65	99,80
2	3586	2,83	0,62	0,21	—	—	0,02	0,40	99,69
3	76-6	2,82	0,82	0,16	<0,10	<0,10	0,14	<0,05	98,93
4	2065-2	2,70	0,60	0,10	0,01	0,14	0,20	0,26	99,72
5	2640	2,46	0,81	0,13	—	1,24	0,40	3,50	99,51
6	78	2,54	0,90	0,15	<0,10	<0,10	0,10	0,76	101,12
7	1303	2,44	0,55	0,13	<0,10	<0,10	0,13	<0,05	100,54
8	77	3,41	1,06	0,15	<0,10	<0,10	0,33	0,24	98,94
9	76	4,00	1,00	0,18	<0,10	<0,10	0,18	0,35	98,57
10	3358	3,32	1,18	0,25	—	—	0,13	0,41	99,63
11	79	3,86	1,24	0,17	<0,10	<0,10	0,13	<0,05	98,56

Примечание. 2—4, 6—10 — потоки; 1, 5, 11 — субвулканические тела; 1—6 — базальты; 7—11 — андезибазальты. 1, 2, 4, 5, 10 — истоки и верхнее течение Средней Авачи; 3, 6—9, 11 — истоки р. Дзендзур. Образцы из коллекций: 1, 2, 4, 5, 10 — Э. А. Химченко [144]; 3, 6—9, 11 — В. С. Шеймовича [148].

3 мм. Оливин и опациitizedированная роговая обманка наблюдаются в единичных случаях. Такие породы чаще встречаются в дайках и субвулканических телах, чем в покровах.

По химическому составу (табл. 22) базальты среднеавачинского комплекса относятся к низкокалийным известково-щелочным породам. Среди них выделяются высокомагнезиальные разновидности. Плотность пород от 2,35 до 2,84 г/см³ (средняя 2,63 г/см³), магнитная восприимчивость — $(500-1000) \times 10^{-6}$ ед. СГС, остаточная намагниченность изменяется в пределах $(0-8000) \times 10^{-6}$ ед. СГС.

Возраст комплекса определяется раннечетвертичным на основании стратиграфического положения его покровов. По левобережью верхнего течения Лево́й Авачи покровы среднеавачинского комплекса залегают на вулканиках гаванского комплекса, излившихся в эпоху Матуяма.

Южно-Камчатский район

Жировский вулканический комплекс (Q_Ežr)

Комплекс расположен близ Тихоокеанского побережья. Он представляет собой крупный вулканический узел, сложенный покровами андезибазальтов, базальтов, андезитов, агломератовыми туфами основного состава и инъекционными телами среднего и основного состава, дифференцированными от долеритов до диоритов и от базальтов до андезитов. В географическом отношении он соответствует расчлененной горной системе в междуречьях Паратунки, Вилючи, Жировой и Фальшивой. В меридиональном направлении он вытянут на 30—35 км, в широтном — не менее 20 км. Породы комплекса вскрываются в стенах и днище эрозионной кальдеры глубиной до 1200 м и диаметром до 6 км. Структурно комплекс приурочен к Мутновско-Асачинскому нарушению северо-восточного простирания. Породы комплекса, принадлежащие к различным его частям и фациям, имеют общие петрографические и петрохимические особенности [20].

Покровная фация представлена грубым переслаиванием агломератовых туфов (30—50 м) и серий базальтовых и андезибазальтовых потоков (5—10 м). Агломератовые туфы преобладают в нижних частях разреза фации, потоки — в верхних. Среди покровов верхней части отмечаются игнимбриты и кластолавы. Покровная фация развита в южной и восточной части комплекса, где верхние покровы сохраняют первично периклинальное вулканическое залегание. Основание разреза фации наблюдалось на океанском побережье между бухтами Жировая и Песчаная, где встречены базальные туфоконгломераты мощностью 30 м. Волнистая поверхность контакта срезает дайки андезитов, прорывающих туфы ахотенского вулканического комплекса. Конгломераты перекрываются эффузивно-пирокластической пачкой мощностью до

400 м. В бассейне руч. Песчаный покровная фация комплекса перекрывает отложения асачинской свиты, а по левому борту р. Жировая в ее истоках в основании мощного разреза эффузивно-пирокластических образований основного состава встречена пачка туфов кислого состава, относящаяся к поздней фазе карымшинского комплекса, в которой обнаружены остатки листьев *Juniperus* sp., *Rhododendron paracamtshaticum* Cheleb., *Vaccinium* sp., которые свидетельствуют, по мнению Г. Б. Чигаевой, о времени накопления пачки не древнее плиоцена [122]. В разрезах фации в междуречье Мутновская—руч. Песчаный получены палеоманнитные данные [111], которые, по мнению Р. И. Ремизовского, говорят о формировании толщи покровов комплекса в эпоху Матуяма, т. е. в период 0,7—2,46 млн лет.

Субвулканическая фация ($\alpha\beta-\delta$, $\alpha\beta Q_{E}žr$) относится к интрузивно-дайковому типу [20]. Ее тела закартированы на всей площади комплекса, но наиболее полно они обнажены в пределах эрозионной кальдеры, где вскрыты на глубину 1200 м и прослежены как в терригенных породах фундамента, так и среди образований покровной фации.

Нижняя зона питающей вулканической системы представлена интрузивным телом сложного состава: в его границах встречены андезибазальты, долериты, диориты. Оно закартировано в нижних частях склонов и днище кальдеры на площади около 4 км². Сложено смежными вертикальными призматическими телами мощностью до 100 м, разделенными синмагматическими зонами нарушений, эндоконтактовыми порфиристыми породами. Интрузия вмещает рудоносные кварц-карбонатные жилы Мутновского месторождения.

Средняя зона питающей системы является своеобразной интрузией, которая продолжает вверх в пределы палеовулканической постройки интрузию зоны и развита на абсолютных отметках 90—700 м. Среди дайковых сплетений и узлов пересечений, где вмещающие породы уступают по объему дайкам, наблюдаются мощные (до 800 м) протяженные (до 2 км) силлы базальтов. Мощность даек 1—5 м. Они прослежены по восстанию на сотни метров. Чаще всего эти тела сложены плагиопорфиристыми андезибазальтами, диорит-порфиритами. Текстура пород массивная, миндалекаменная. Они гидротермально изменены и вмещают рудные жилы. В этой зоне по левому борту Мутновской встречены тела, сложенные породами с кластической структурой: дайки, трубки взрыва изометричной в плане формы, диаметром от 10 до 150—200 м. Они сложены обломками туфопесчаников и алевролитов фундамента комплекса. В них присутствуют изометричные обломки эффузивов лапиллиевой размерности.

Верхняя зона — зона внутривулканической интрузии расположена выше поверхности терригенного фундамента среди пород эффузивно-пирокластической фации. Интрузия в этой зоне представляет собой систему даек, разделенных кластоловыми обо-

Таблица 23

Химический состав пород жировского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	1575-5	47,35	1,04	24,39	3,35	5,93	0,20	4,55	8,36
2	171	47,88	0,88	23,02	3,33	5,07	0,11	2,50	10,37
3	13496	50,54	0,99	19,51	4,30	5,11	0,19	4,72	9,48
4	602	51,28	0,78	20,95	2,39	4,55	0,15	2,54	9,15
5	2698-3	51,69	0,95	20,93	5,22	3,92	0,15	3,06	7,74
6	1417-3	51,76	0,83	18,59	4,72	4,48	0,18	5,48	8,58
7	1326-а	52,34	1,31	18,78	6,54	3,64	0,18	3,39	7,46
8	500	52,49	1,44	18,23	4,86	4,61	0,21	2,67	8,48
9	90	52,53	0,46	19,33	3,87	4,60	0,22	3,83	8,64
10	1331-54	53,54	0,99	19,83	3,87	5,10	0,20	3,31	8,08
11	1417-2	54,28	0,89	18,35	4,19	4,42	0,19	3,99	7,63
12	745-2	54,82	2,62	16,24	3,16	5,42	0,19	4,76	8,07
13	3897	54,86	0,79	19,64	2,48	4,52	0,15	2,74	8,02
14	725-2	57,56	0,73	17,57	3,88	3,71	0,17	3,55	6,17

Окончание табл. 23

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	Сумма
1	1575-5	2,68	0,90	—	—	—	—	—	98,75
2	171	3,07	0,84	0,29	0,35	0,84	0,41	1,44	100,40
3	13496	2,47	0,60	0,22	0,05	0,71	0,34	0,61	99,84
4	602	3,94	0,62	0,21	—	2,05	0,32	—	98,93
5	2698-3	2,67	0,83	0,2	0,65	0,75	0,86	0,09	99,71
6	1417-3	3,35	0,51	0,15	0,24	0,27	1,23	<0,10	100,37
7	1326-а	3,37	0,60	0,37	—	0,63	1,23	0,04	99,88
8	500	3,99	1,24	0,28	0,17	1,16	0,02	—	99,85
9	90	3,01	0,82	0,15	<0,03	1,80	—	—	99,26
10	1331-54	2,70	0,90	0,31	0,05	0,48	0,70	0,14	100,20
11	1417-2	3,95	0,76	0,12	<0,10	0,30	1,06	<0,10	100,13
12	745-2	2,36	0,60	0,37	0,07	0,96	0,32	0,14	100,10
13	3897	3,71	0,60	0,44	0,03	1,11	0,57	0,13	99,79
14	725-2	3,16	0,98	0,12	0,26	1,97	—	—	99,83

Примечание. Породы питающей системы по зонам глубинности: 2, 5, 6, 8, 12 — глубинная зона; 3, 4, 11, 14 — средняя зона; 1, 10, 13 — верхняя зона; 7, 9 — потоки. 2, 5 — габбро-нориты; 12 — диорит; 14 — диорит-порфирит; 1, 3, 4, 6—9 — базальты и долериты; 10, 11, 13 — андезибазальты. 1 — бассейн р. Фальшивая; 2—4, 6—14 — бассейн р. Мутновская; 5 — р. Жировая. Образцы из коллекций: 1—4, 7, 8, 10, 13 — В. С. Шеймовича [147]; 6, 11 — В. Б. Лопатина [112]; 9, 14 — И. Д. Петренко [122]; 5, 12 — Е. А. Лоншакова [111].

лочками или протрузивными конглобрекчиевыми «рубашками». Частота встречаемости даек — от сплошной пережеваемости даек и кластолавовых оболочек до сравнительно редких тел, встречающихся через 5—10—30 м. Отмечают силы протяженностью до 1 км и мощностью до 250 м. На флангах они расщепляются на серии маломощных силлов. Кровля такой лавовой залежи пронизана сериями маломощных (1—3 м) даек различных простираций. Площадь выходов субвулканических тел жировского комплекса составляет несколько десятков квадратных километров.

Породы нижней и средней зоны — долериты, диориты обнаруживают порфировидную, пойкилоофитовую, офитовую, гипидиоморфнозернистую, реже порфировую и серийнопорфировую структуры. В их составе преобладает плагиоклаз (50—70 %), клино- и ортопироксен (15—20 %), встречается оливин (до 5 %) и вулканическое стекло. В интерстициях отмечается кварц-калишпатовый агрегат (до 10 %) с микропегматитовой структурой.

Порфировые породы интрузий и покровов представлены андезибазальтами, базальтами, андезитами. Количество вкрапленников в них от 20 до 50 %, среди которых содержание плагиоклаза от 15 до 40 %, пироксена — до 5 %. Встречаются единичные зерна оливина. Интрузивные субвулканические тела междуречья Вилюча—Паратунка петрографически и петрохимически близки к телам р. Мутновская.

На классификационных диаграммах рой точек химических анализов пород комплекса группируется вдоль линии раздела толеитовой (низкокальциевой) островодужной и известково-щелочной серий в интервале 50—59 % SiO₂ (табл. 23). Среди пород глубинной и средней зоны тел питающей системы встречаются вулканы с повышенным содержанием K₂O. Породы комплекса обеднены элементами мафической группы (V, Ni, Co, Cr) и обогащены щелочными элементами (Cd, Sb, Bi, Mo, As и др.). Средняя плотность андезибазальтов 2,56 г/см³.

С выходом субвулканической интрузии в эрозионной кальдере р. Мутновская совпадает локальная положительная гравитационная аномалия со значительной вертикальной составляющей [148]. В магнитном поле территория комплекса характеризуется слабым отрицательным значением ΔT_a интенсивностью 0—3 мЭ.

Калий-аргоновый возраст валовых проб [122] субвулканических тел андезибазальтов равен 0,84 млн лет, диоритов — 0,5 млн лет. Кроме того, были проведены радиоизотопные датирования субвулканических тел комплекса по неравновесному урану и торью, которые показали возраст для диоритов 0,288±0,007 млн лет, для базальтов — 0,271±0,023 млн лет [15].

По комплексу данных, полученных для покровных и субвулканических пород, возраст комплекса принимается эоплейстоценовым.

Веселовский вулканический комплекс (Q_{EvS})

Комплекс представлен покровами базальтов и субвулканическими телами базальтов, андезитов, дацитов. Он служит основанием Мутновского вулканического массива и распространен в междуречье Мутная—Веселая на площади около 140 км².

Покровная фация занимает около 70 % площади комплекса. Эффузивные образования обнаруживают периклинальное пологое залегание, образованные ими плоские склоны периклинально расходятся от гор Перевал и Туманная в южных направлениях. Склоны имеют ступенчатый характер. Высота уступов 30—50 м — это мощность серий лавовых потоков или пластов агломератовых туфов. Общая мощность отложений в районе горы Туманная около 600 м.

Субвулканическая фация (β , α , ζ Q_{EvS}) представлена штоками и дайками базальтов, андезитов, а также довольно многочисленными телами дацитов, редко риолитов. В привершинной части горы Перевал обнажается штокообразное тело андезитов.

Таблица 24

Химический состав пород веселовского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	4222	50,28	1,37	19,45	4,65	6,87	0,17	5,32	8,02
2	4092	52,12	1,00	19,78	3,18	5,98	0,14	4,46	8,58
3	4098	53,0	0,93	15,96	8,51	4,17	0,16	4,35	7,12
4	4096	57,42	0,88	18,38	3,44	4,81	0,13	2,94	8,41
5	4205	57,88	1,18	16,14	2,24	6,43	0,10	2,02	6,51
6	4207	60,33	0,88	17,28	3,75	2,45	0,09	2,38	5,72
7	2130	74,44	0,19	13,51	0,48	1,40	0,06	0,44	1,29

Окончание табл. 24

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Сумма
1	4222	2,67	0,60	0,28	0,19	0,12	0,18	0,02	100,19
2	4092	2,67	0,67	0,24	0,14	0,09	0,40	0,72	100,17
3	4098	2,33	0,83	0,17	0,64	0,07	0,65	0,88	99,77
4	4096	2,70	0,66	0,23	0,12	Н. о.	0,12	0,18	100,42
5	4205	3,77	1,28	0,33	0,19	0,04	1,79	0,25	100,15
6	4207	3,23	2,03	0,23	Н. о.	0,12	0,48	1,10	100,07
7	2130	4,04	3,00	0,24	0,01	0,06	0,18	0,32	99,66

Примечание. 1, 3—5 — потоки; 2 — дайка; 6, 7 — субвулканические тела; 1, 2 — базальты; 3 — андезибазальт; 4—6 — андезиты; 7 — риолит. 1—4 — р. Веселая; 5, 6 — гора Подкова; 7 — р. Снежная. Образцы из коллекции Е. А. Лоншакова [111].

Оно имеет в плане изометричную форму, его диаметр 1,5 км. Эндоконтакты представлены кластолавами андезитов. Изометричные в плане дацитовые тела образуют уплощенные купола мощностью 2—3 км².

Андезиты и андезибазальты имеют порфировую, гломеровую, серийнопорфировую структуру, гиалопилитовую и пилотакситовую основную массу. Вкрапленники в них представлены плагиоклазом (до 20 %), моноклинным и ромбическим пироксенами (до 15 %), магнетитом. Аксессуарный — апатит. Дациты отличаются составом основной массы, в которой наблюдается микрозернистый кварц-полевошпатовый агрегат. Среди вкрапленников встречается роговая обманка, а из аксессуарных, кроме апатита, отмечается циркон.

Базальты и андезиты веселовского комплекса относятся к высокоглиноземистым низкокалиевым породам (табл. 24).

Площадь развития комплекса характеризуется слабодифференцированным знакопеременным магнитным полем малой интенсивности. Лишь в районе горы Перевал отмечен интенсивный локальный максимум. Средняя плотность андезибазальтов 2,63 г/см³.

Вулканы веселовского комплекса перекрывают образования миоценового ахотенского вулканического комплекса. На них залегают игнимбриты толмачевского комплекса (средний плейстоцен). Возраст комплекса принимается эоплейстоценовым.

Острогорский вулканический комплекс (Q_{EOs})

К комплексу отнесены вулканы массива горы Острая (966 м) в междуречье Федотова—Правая Асача. Он состоит из покровной и субвулканической фаций и объединяет контрастные вулканы: базальты и дациты, базальтовые туфы и игнимбриты. Субвулканические тела прорывают вулканогенно-осадочные отложения вицаевской серии, асачинской свиты и беляевской толщи, а покровы залегают на них. Площадь, занятая комплексом, около 120 км².

Покровная фация пользуется преобладающим развитием. Коэффициент explosивности для ее разрезов превышает 60. В основании фации наблюдаются туфоконгломераты. В склонах горы Острая отмечается следующее переслаивание пород:

- | | |
|---|-----|
| 1. Конгломераты грубослоистые. Галька и валуны хорошо окатаны. В их составе андезиты, измененные породы, диорит-порфириты | 15 |
| 2. Туфы псефопсаммитовые серого цвета, основного состава | 40 |
| 3. Туфы агломератовые темно-бурые | 80 |
| 4. Туфы псефитовые неяснослоистые желтого цвета | 35 |
| 5. Туфы агломератовые, подобные слою 3 | 45 |
| 6. Базальты оливиновые темно-серые массивные крупнопорфировые | 15 |
| 7. Серия лавовых потоков андезибазальтов, разделенных корками кластолав. Мощность одного потока около 3 м | 40 |
| 8. Базальты оливиновые, подобные слою 6 | 10 |
| 9. Туфы агломератовые, бурые, местами серые и желтые, с горизонтальной слоистостью и тонкими прослоями псаммитовых туфов | 190 |

10. Базальты оливковые пористые	м
11. Агглютинаты пестрые слоистые. Чередуются слои серого, бурого цветов мощностью 10—15 см	35
12. Базальты оливковые темно-серые крупнопорфировые пористые. Размеры вкрапленников плагиоклаза достигают 15 мм	40
	25

Мощность разреза 570 м.

В основании разреза горы Острая по руч. Шумливый встречены бурые игнимбриты мощностью до 100 м. В них хорошо видны линзовидные включения — фьямме. Общая мощность покровной фации достигает 700 м.

Субвулканическая фация (β , $\alpha\beta$, ζQ_{Eos}) представлена крупными субпластовыми телами, штоками, дайками базальтов, андезитов, а также куполообразными телами биотитовых дацитов. Чаще всего тела сложены двупироксеновыми андезибазальтами, реже пироксен-роговообманковыми андезитами. Силлообразные тела прослеживаются на несколько километров, их мощность 200—300 м. Для тел всех форм типичны кластолавовые оболочки.

Базальты, андезибазальты, андезиты и дациты имеют петрографические особенности, типичные для пород иных комплексов формации.

Для игнимбритов характерна порфирокластическая структура, псевдофлюидальная текстура, микроигнимбритовая пепловая структура витрокластического мезостазиса. Кристаллокластический ком-

понент представлен плагиоклазом № 28—32 (до 25 %), единичными кристаллами пироксенов и роговой обманки. Витрокластический компонент имеет все промежуточные формы спекания вплоть до бесструктурного однородного стекла. Ксенолитами в них являются оливковые базальты, пироксеновые андезиты, дациты.

Породы комплекса относятся к известково-щелочной серии (табл. 25). Для них характерно слабоотрицательное однородное магнитное поле интенсивностью 0—1 мЭ. Площадь комплекса приурочена к локальному гравитационному минимуму. Средняя плотность базальтов 2,76 г/см³, андезитов — 2,59 г/см³. Среднее значение магнитной восприимчивости соответственно — 1437 и 1171×10^{-6} ед. СГС.

Время формирования комплекса близко к возрасту комплексов правобережья р. Левая Ходутка, с которыми острогорский комплекс имеет сходный состав вулканитов и морфологию. По палеомагнитным данным оно соответствует концу эпохи Магуяма и началу эпохи Брюнес — 0,89—0,95 и 0,69—0,89 млн лет [141], то есть эоплейстоцену.

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ПЛЕЙСТОЦЕН-ГОЛОЦЕНОВОЙ АНДЕЗИТО-БАЗАЛЬТОВОЙ ФОРМАЦИИ

К формации относятся плейстоцен-голоценовые стратовулканы, образующие самостоятельные комплексы. Это стратовулканы бассейна р. Авача—Бакенинг, Вершинский, Авачинский, Корякский и вулканы Юго-Восточной Камчатки — Вилючинский, Мутновский, Горелый. К этой формации отнесена группа комплексов, связанная с ареальной экстрезивной деятельностью и с кальдерообразованием, происходившим в среднем и позднем плейстоцене: купольный, толмачевский, семячикский, новобакенингский.

Период формирования комплексов охватывает время от среднего плейстоцена до голоцена. Основной объем вулканитов формации был аккумулярован в плейстоцене. Большая часть формировалась в две фазы. Основные периоды деятельности некоторых из них датированы радиоуглеродным методом, для большинства же комплексов они определялись по соотношению с верхнеплейстоценовыми ледниковыми отложениями и по степени сохранности первичного вулканического рельефа.

На аэрофото- и космоматериалах стратовулканы и плейстоценовые экстрезии выделяются по коническим и купольным формам первичного вулканического рельефа. Пирокластические отложения — игнимбриты и пемзовые туфы хорошо дешифрируются по рельефу типа бедлендов лишь вблизи источников извержений (вблизи кальдер). На значительном удалении от них они распознаются с трудом по перистому рельефу овражной сети (семячикский комплекс).

Петрографическая, петрохимическая и петрофизическая характеристики комплексов приведены при их описании. Здесь же от-

Таблица 25

Химический состав субвулканических тел и даек острогорского вулканического комплекса (район горы Острая)

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	6512-1	49,40	1,44	17,77	5,15	5,20	0,19	4,8	8,02
2	1174	52,71	0,70	19,53	3,36	2,34	0,19	2,24	8,04
3	1537	55,73	0,80	17,47	2,75	4,93	0,17	2,59	7,95

Окончание табл. 25

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	Сумма
1	6512-1	2,93	1,16	0,22	0,08	—	1,23	2,13	99,72
2	1174	3,73	0,44	0,25	—	—	1,89	3,22	98,64
3	1537	3,65	1,25	0,20	—	—	0,13	0,96	98,58

Примечание. 1 — базальт; 2, 3 — андезибазальты. Образцы из коллекций: 1 — В. Н. Федорева [141]; 2, 3 — В. С. Шеймовича [148].

метим, что породы стратовулканов дифференцированы от базальтов до дацитов (преобладают андезибазальты и андезиты), породы экструзивно-игнимбритовых комплексов образуют ряд от андезитов до риолитов, в котором преимущественно развиты андезиты и дациты. Все они принадлежат к известково-щелочной серии.

Южно-Валагинский район

Купольный вулканический комплекс

Образования купольного комплекса — экструзии, экструзивные вулканы среднего и кислого состава, сложенные андезитами и дацитами, распространены в пределах полосы, которая простирается от западных склонов и подножия вулкана Корякский на северо-восток в междуречье Чаявая—Дзэндзур. Комплекс объединяет экструзивные поля бассейнов р. Дремучая, руч. Светлый Ключ, вулканы Пиначевского хребта (Аарик и Ааг), вулкан Купол, образования Жупановского хребта. Большая часть комплекса, сформированная в плейстоцене, отнесена к ранней фазе, его голоценовые проявления — к поздней.

Ранняя фаза ($Q_{II-III}kp$). Покровная фация занимает примерно 50 % площади распространения комплекса. Покровы дацитов, андезитов, туфов и игнимбритов окружают экструзивные образования, слагают склоны Пиначевского и Жупановского хребтов, горных массивов в истоках р. Налычева. В истоках р. Дремучая в разрезе покровной фации наблюдаются мощные (от 20 до 40 м) покровы дву-пироксеновых и амфибол-пироксеновых андезитов и дацитов. Во фронтальных частях устанавливаются глыбовые агломераты. Покровы вулкана Купол занимают площадь более 20 км². В основании его северо-западных склонов вскрываются пемзовые туфы и игнимбриты со столбчатой отдельностью. Общая мощность игнимбритов и туфов не превышает 80 м. Выше залегает пачка потоков дацитов и андезитов мощностью около 250 м. Под покровами горы Купол вскрываются диориты плиоценового китхойского комплекса. Общая мощность покровных фаций комплекса не превышает 500 м.

Субвулканическая (экструзивная) фация (α , ζ , $lQ_{II-III}kp$) представлена ареальным полем андезитовых экструзий у западного подножия Корякского вулкана площадью около 50 км², экструзиями андезитов и дацитов осевой части Пиначевского хребта (вулканы Ааг и Аарик — около 50 км²), центральными экструзиями дацитов и риолитов вулкана Купол, субвулканическими телами дацитов западной части Жупановского хребта площадью 20—30 км², небольшими телами дацитов в истоках р. Шайбная.

Экструзии образуют куполообразные горы с относительной высотой в несколько сот метров и диаметром 1—3 км. В бассейне р. Дремучая, на руч. Светлый Ключ они сохранили идеальные

купольные формы, несмотря на ледниковую экзарацию. Экструзии с более высокими абсолютными отметками вершин (1000 м и более), принадлежащие к данной фазе, несут на себе следы интенсивной ледниковой обработки. Таковы вершины вулканов Ааг и Аарик, западная часть Жупановского хребта.

Центральная часть экструзивного массива горы Купол сложена перлитами и пемзовидными риолитами, которые к периферии сменяются полосчатыми и брекчиевидными дацитами, риодацитами.

Среди пород ранней фазы купольного комплекса преобладают амфибол-двупироксеновые андезиты. Пироксены в них представлены авгитом и бронзит-гиперстеном, амфибол — обыкновенной и базальтической роговой обманкой. Последняя нередко полностью опацифицирована. Плагиоклаз имеет состав лабрадора. Иногда к этим минералам добавляются оливин и кварц. В них нередко отмечаются полнокристаллические гомеогенные включения — сростки минералов-вкрапленников.

Дациты, риодациты и риолиты представляют собой порфиновые или субафирные породы. В порфировых породах можно выделить амфиболовые и биотитовые разновидности. Вкрапленники плагио-клаза имеют состав андезина—олигоклаза. Породы содержат большое количество апатита.

Перлиты горы Купол содержат от 15 до 25 % вкрапленников, среди которых 7—10 % кристаллов плагиоклаза, 3—4 % — биотита и до 10 % — кварца. Основная масса витрофирная, участками девитрифицирована, отмечается тридимит.

По химическому составу (табл. 26) породы ранней фазы принадлежат к известково-щелочной умереннокалиевой и низкокалиевой серии с кали-натровым типом щелочности. Вулканы горы Купол отличаются на общем фоне несколько повышенной концентрацией щелочей. Совокупность анализов характеризуется разбросом концентраций по ряду петрогенных окислов, что наряду с неравномерностью петрографического состава (присутствию в породах оливина и кварца, гомеогенных выделений) может быть обусловлено процессами смешения основных и кислых магм.

Проявления комплекса приурочены к зоне Жупановского разлома [64], которой на карте аномального магнитного поля ΔT_a соответствуют слабоположительные аномалии с интенсивностью 1—3 мЭ, а на карте локальных гравитационных аномалий — цепь локальных минимумов. Для андезитов комплекса характерна плотность 2,35—2,65 г/см³, магнитная восприимчивость $(410—2800) \times 10^{-6}$ ед. СГС, остаточная намагниченность $(3023—12115) \times 10^{-6}$ ед. СГС. Для дацитов эти характеристики соответственно равны 2,32—2,53 г/см³; $(500—700) \times 10^{-6}$ ед. СГС; до 1250×10^{-6} ед. СГС.

Возраст ранней фазы купольного комплекса определяется среднеплейстоценовым на основании главным образом морфологии экструзивных вулканов; сохраняя вулканические формы, они несут следы чрезвычайно интенсивной деятельности позднеплейстоценовых ледников. Палеомагнитные данные, полученные для покровных

Таблица 26

Химический состав пород ранней фазы
купольного вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	39	57,44	1,06	15,31	7,61	1,61	—	4,33	7,44	3,36
2	96/65	59,78	0,96	17,13	2,78	3,42	0,17	3,33	6,28	4,19
3	94/65	60,16	0,96	16,43	3,06	2,96	0,18	3,61	5,90	3,79
4	962	60,93	0,23	16,39	1,02	3,32	0,13	3,69	6,34	3,65
5	378a	61,24	0,33	18,39	2,17	2,89	—	3,06	4,88	4,33
6	453	62,10	1,11	15,52	3,16	2,13	0,12	2,03	5,57	4,05
7	135-в	65,64	0,64	14,80	3,49	2,27	—	2,22	4,72	3,94
8	5030	65,84	0,46	15,37	0,80	1,78	0,10	0,94	2,88	4,14
9	5030/2	68,44	0,53	14,85	0,72	2,18	0,10	0,95	3,02	4,31
10	5144-2	71,94	0,26	14,00	0,60	0,86	0,10	0,41	2,29	4,61
11	4459	73,60	0,09	12,92	0,06	1,80	0,06	0,04	1,46	3,48

Окончание табл. 26

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	39	1,50	—	—	—	0,62	—	—	100,28
2	96/65	1,58	0,12	—	0,58	0,31	—	—	100,63
3	94/65	1,92	0,21	—	0,81	0,32	0,10	—	100,41
4	962	1,5	0,14	<0,10	0,48	0,54	0,10	—	98,46
5	378a	1,83	0,52	—	—	0,30	—	—	99,94
6	453	2,09	—	—	—	0,37	—	—	98,25
7	135-в	2,36	—	—	—	0,26	—	—	100,34
8	5030	3,02	0,10	—	4,50	0,54	—	—	100,47
9	5030/2	3,27	0,11	—	0,81	0,06	—	—	99,35
10	5144-2	3,43	0,13	—	1,00	0,18	0,72	—	100,53
11	4459	4,01	0,01	0,05	2,05	0,19	0,02	—	99,84

Примечание. Субвулканические тела: 1—3, 6 — андезиты; 8, 9 — дациты; 10 — риодациты; 11 — риолит. Потоки: 4 — андезит; 5 — игнимбри; 7 — дацит. 2, 3, 5, 10, 11 — гора Купол; 7 — истоки р. Чайвая; 9 — р. Горячая; 4 — р. Дремучая; 1, 6, 8 — хр. Пиначевский. Образцы из коллекций: 1, 6, 8 — М. В. Федорова [43]; 2, 3 — Ю. П. Масуренкова [35]; 4 — В. В. Валова [73]; 5 — С. Е. Апрелькова [6]; 7, 9 — Э. А. Химченко [144]; 10, 11 — О. Н. Волинца [43].

образований вулкана Купол, свидетельствуют, по мнению В. В. Герника, о формировании последних в первой половине эпохи Брунес в интервале 0,30—0,69 млн лет [144].

Поздняя фаза (Q_{IVkp}). Вулканы поздней фазы купольного комплекса представлены потоками андезитов, бронирующих южные и северные склоны Жупановского хребта. Истоки лавовых потоков

приурочены к шлаковым конусам, которые имеют прекрасную выраженность и увенчаны кратерами. Несколько таких конусов расположено к востоку от вершины с отметкой 2285 м. Лавовые потоки спускаются с высотных отметок 1600 до 600 м, длина потоков до 10 км, ширина от 400 м до нескольких километров. Они широким покровом бронируют северные склоны хребта, а на южных спускаются двумя узкими потоками, которые залегают на днищах троговых долин. Общая площадь покровов около 50 км², а мощность потоков не превышает 100 м. Шлаковые конусы имеют небольшие размеры: десятки метров в высоту и диаметр до нескольких сот метров.

К голоценовым проявлениям комплекса относится и небольшая риолитовая (Q_{IVkp}) экструзия в привершинной части Жупановского хребта. На вершине купола дешифрируется небольшой кратер.

Для андезитов характерны те же особенности состава, что и для пород ранней фазы: неравновесный состав вкрапленников, среди которых преобладает кислый лабрадор, присутствуют ромбический и моноклинный пироксены, базальтическая роговая обманка, кварц и оливин.

Семячикский вулканический комплекс (Q_{III sm})

К комплексу отнесены игнимбриты и туфы кислого состава, распространенные в бассейне р. Гаванка. Игнимбриты вскрываются в днище обширной троговой долины этой реки, образуют террасовидные уступы на ее склонах, встречаются на водораздельных пространствах междуречья Киркиная—Гаванка. Породы не формируют единого пластообразного тела, а залегают как пирокластический чехол на различных гипсометрических уровнях. Туфовые пачки комплекса, представленные переслаиванием белесых псефитовых и псаммитовых туфов, отмечаются в низовьях р. Гаванка, в устье пади Березовая, где они слагают фрагменты эродированного покрова мощностью до 60 м.

Мощность игнимбритов достигает нескольких десятков метров. Площади, занятые фрагментами их покрова, колеблются от нескольких до 30—40 км². В основании игнимбритов непосредственно выше базальтов киркинского комплекса в левом борту р. Гаванка наблюдается рыхлая светлая зона без цементации мощностью до 1,5 м, постепенно переходящая в спекшиеся темно-бурые фьямме-игнимбриты.

Игнимбриты семячикского комплекса имеют порфирокластическую пепловую структуру, псевдофлюидальную текстуру. Содержание ксенолитового компонента, представленного обломками частично гомогенизированных андезитов и андезибазальтов, достигает 20 %. Структура мезостазиса, в зависимости от степени спекания

Таблица 27

Химический состав игнимбритовых покровов
семячического вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	1886	66,34	0,61	16,58	2,66	1,81	0,05	1,16	2,38	3,95
2	22	67,49	0,56	16,30	3,45	0,84	0,07	1,01	3,25	4,02
3	23	68,29	0,47	15,59	1,85	1,26	0,06	0,79	2,39	3,52

Окончание табл. 27

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	1886	3,32	0,18	—	—	0,74	—	0,9	100,68
2	22	3,31	0,09	<0,1	0,21	0,50	<0,1	—	101,10
3	23	3,74	0,07	<0,1	2,01	0,19	<0,1	—	100,23

Примечание. 1 — гора Тундровая; 2, 3 — р. Гаванка. Образцы из коллекций: 1 — С. Е. Апрелькова [6]; 2, 3 — В. С. Шеймовича [148].

породы, варьирует от витрокластической до псевдовитрофировой. По составу темноцветных порфирокластов среди игнимбритов выделяются роговообманковые и двупироксеновые разновидности. Амфибол представлен неопациitizedированной обыкновенной роговой обманкой. Из лейкократовых минералов встречены андезин, редко — кварц.

По химическому составу они соответствуют дацитам (табл. 27) известково-щелочной серии. На классификационных диаграммах фигуративные точки пород расположены в полях высокоглиноземистых пород с примерно равными содержаниями K₂O и Na₂O.

Верхнеплейстоценовый возраст игнимбритов установлен на смежной территории на склонах кальдеры вулкана Малый Семячик. Установленный ¹⁴C-возраст игнимбритообразующих извержений, которые привели к формированию кальдеры, 25—48 тыс. лет [16].

Новобакенингский вулканический комплекс (λ, ζ, λζQ_{IV}nb)

К комплексу отнесены риолиты, дациты, риодациты ареального экструзивного вулканизма. Риолитовые купола приурочены к зоне меридионального разлома, проходящего вдоль долины Средней Авачи, и прослеживаются от ее истоков в бассейн р. Кавыча. Обычно риолиты формируют небольшие купола диаметром до 1 км и высотой 50—60 м. Встречаются и крупные тела. На

Таблица 28

Химический состав экструзий новобакенингского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO
1	72	64,92	0,69	16,84	2,79	1,43	0,08	1,27
2	90	65,09	0,63	17,30	2,32	1,49	0,08	1,40
3	15	72,00	0,18	15,70	0,92	1,43	0,11	0,51
4	18	72,49	0,24	15,70	0,92	0,77	0,12	0,92
5	13	72,9	0,21	15,0	1,55	0,60	0,12	0,27
6	19	73,15	0,24	15,53	1,51	0,22	0,13	0,55

Окончание табл. 28

№ п. п.	Номер образца	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	п.п.п.	Сумма
1	72	4,44	4,40	1,67	0,27	0,03	0,76	99,59
2	90	4,48	4,42	1,92	0,26	—	0,15	99,54
3	15	2,06	4,63	2,01	0,10	0,01	0,02	99,68
4	18	1,83	4,76	2,08	0,10	0,01	0,09	100,03
5	13	1,98	4,61	2,12	0,09	0,01	0,25	99,71
6	19	1,77	4,32	1,86	0,09	0,02	0,08	99,47

Примечание. 1, 2 — дациты; 3, 4 — риодациты; 5, 6 — риолиты. 1—6 — вулкан Бакенинг. Образцы из коллекции Богдановой [73].

междуречье Средняя Авача—Схасык на базальты раннечетвертичного среднеавачинского комплекса насажен купол (высота 895 м) белых сахаровидных биотитовых риолитов высотой 300 м и диаметром основания 2 км. Агломератовый поток этой экструзии перекрывает левый борт долины Средней Авачи. Он сложен валунами риолитов, покрытыми корочками фумарольных эксгаляций. К северу от вулкана Бакенинг по руч. Денохонек риолитовые купола образуют своеобразное нагорье площадью более 10 км².

Во вкрапленниках риолитов (5—10 %) преобладает олигоклаз, присутствуют биотит и роговая обманка. Основная масса имеет пилотаксидную, микрокристаллическую структуру. В ее составе отмечен тримит. Акцессории представлены цирконом, апатитом, реже — турмалином. Состав пород слабо дифференцирован от известково-щелочных риодацитов до риолитов кали-натровой серии (табл. 28).

Голоценовый возраст экструзий устанавливается на основании их секущих соотношений с современными лавами вулкана Бакенинг, перекрытия отложениями горячих лавин с экструзий склонов трогов верхнеплейстоценового оледенения.

Южно-Камчатский район

Толмачевский вулканический комплекс

Комплекс сложен игнимбритами и экструзиями среднего и кислого состава, имеющими явную структурную и пространственную приуроченность к кальдере, в которой расположен вулкан Горелый. Покровы игнимбритов окружают кальдеры, а экструзии внедряются по ее кольцевому ограничению. В формировании комплекса выделяется две фазы. В раннюю происходило образование главным образом игнимбритового покрова, в позднюю — преимущественно экструзий.

Игнимбритовые покровы (Q_{III}) развиты на площади около 500 км², образуют сплошные поля площадью 50—60 км² и мощностью до 100 м. На отдельных участках (руч. Пенистый) мощность игнимбритовых наслоений достигает 300 м. Объем игнимбритового покрова равен примерно 100 км³. Он образует платообразную плоскую, слабонаклонную равнину. Отдельные игнимбритовые потоки имеют мощность от 10 до 50 м. Соотношения между ними имеют характер вложения. Нередко плоская поверхность более молодого потока находится ниже поверхности предшествующего.

В истоках р. Фальшивая наблюдается залегание игнимбритового покрова на агломератовых туфах эоплейстоценового жировского комплекса. В основании покрова отмечена неспекшаяся фация игнимбритов, сложенная псефопсаммитовым материалом с обломками обсидианов и дацитов размером до 30 см. Вверх по разрезу они сменяются серыми фьямме-игнимбритами. На игнимбритах залегают образования покровной фации ранней фазы мутновского комплекса (верхний плейстоцен).

Игнимбриты — серые, темно-серые, буроватые породы с черными стекловатыми фьямме длиной до 25 см и толщиной до 1 см. В породе всегда наблюдаются мелкие (до 1 см) обломки андезитов и базальтов. Их содержание может превышать 20 % объема породы. В средних частях покрова встречены породы с флюидальной текстурой с линзами (2,5×15 м) темных, почти черных обсидианоподобных пород — реоигнимбритов. Верхние части покровов отличаются от нижних кирпично-красным оттенком и пористостью. В кровле покровов также отмечается переход к слабоспекшимся разностям.

Состав игнимбритов непостоянен. Витрокластический компонент содержится в количестве 60—80 % объема породы, содержание кристаллокластов варьирует от 7 до 30 %, ксенолитов — от 1 до 20 %. Стекловатый мезостази́с имеет в основном пемзокластическую структуру, текстура его меняется от неискаженной спеканием и сдавливанием массивной и пористой до псевдофлюидальной.

Кристаллокластический компонент представлен в основном андезином. Его кристаллы длиной до 0,5 мм зональны и идиоморфны. Моноклинный и ромбический пироксены образуют редкие идиоморфные кристаллы размером до 0,2 мм. Постоянно присутствуют магнетит и апатит. Большая часть ксенолитов представлена двупироксеновыми андезибазальтами. Они имеют псаммитовую и псефитовую размерность. Мелкие обломки подверглись термическому воздействию вплоть до плавления. Их основные массы превращены в черное стекло. Среди фьямме распространены более всего гомогенизированные и смятые пемзовые лапилли.

В строении игнимбритовой толщи принимают участие пемзокластические туфы, окаймляющие поля игнимбритов, вложенные в эрозионные формы, выработанные в них. Их мощность достигает 12 м. Состоят из обломков пемз андезитового состава с плотностью более 1.

Экструзии комплекса (λ , ζ , αQ_{III}) обнажаются в обрывах кальдеры по ее периметру и возвышаются над игнимбритовым плато к северу и востоку от вулкана Горелый. Часто они имеют значительную площадь (до 15 км²). Наиболее крупные среди них — массивы гор Скалистая и Двугорбая, которые дифференцированы по составу от андезитов до риолитов. Их формирование было растянуто во времени, сопровождалось образованием коротких лавовых потоков. Относительная высота экструзий колеблется от нескольких десятков до 400 м.

Для пород экструзий характерна неравномерность структур и неоднородность состава, большое количество гомеогенных включений размером от нескольких миллиметров до 10 см. Это полнокристаллические выделения, в их составе минералы вкрапленников и магнетит. Андезиты — серые, розовато-серые порфиновые породы с массивной, флюидальной и такситовой текстурами. Основная масса микролитовая, пилотакситовая. Во вкрапленниках (до 20 % объема породы) преобладает плагиоклаз, единичны пироксены, биотит и роговая обманка. Ортопироксен чаще встречается в гомеогенных включениях.

В дацитах количество вкрапленников снижается до 15 %. Плагиоклаз в них представлен андезином, появляется кварц. Основная масса сложена криптокристаллическим агрегатом кварца и полевого шпата, часто имеет сферолитовую структуру. В риолитах среди вкрапленников (до 10 %) встречаются плагиоклаз—андезин и кварц, редко — биотит и пироксен. Основная масса гиалиновая или сферолитовая. Во всех породах экструзий размер вкрапленников плагиоклаза и кварца составляет 1—2 мм, а пироксенов и иных минералов — на порядок ниже.

Породы комплекса принадлежат к известково-щелочной серии (табл. 29). Для них характерна однородность петрохимических свойств. Все они при преобладании Na₂O над K₂O обнаруживают высокое содержание суммы щелочей, которое приближает их к латитам. При этом игнимбриты образуют более компактный рой

Таблица 29

Химический состав пород толмачевского (кальдерного) вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	7886	58,66	0,66	15,97	3,81	4,03	0,08	3,52	4,21	4,45
2	1294	60,48	1,01	16,65	2,75	3,35	0,13	1,81	4,60	4,04
3	8308	61,02	1,04	15,20	2,36	4,07	0,05	3,22	5,33	4,03
4	580	62,57	1,09	16,21	1,52	4,42	0,16	2,16	4,35	4,52
5	2016	64,48	0,94	15,81	2,13	2,43	0,16	1,13	2,52	5,84
6	1149-г	65,14	0,80	18,87	1,87	1,91	0,09	1,29	2,80	3,33
7	651	66,30	1,06	16,32	3,17	1,58	0,16	0,70	2,80	4,68
8	615	69,56	0,56	7,04	3,68	5,67	0,02	2,58	4,39	3,88
9	624	77,22	0,31	12,69	0,92	0,50	0,03	0,91	2,27	2,92

Окончание табл. 29

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	п.п.п.	Сумма
1	7886	2,10	0,31	0,04	0,04	0,41	1,09	—	99,38
2	1294	2,10	0,42	0,27	0,17	0,55	1,56	—	99,89
3	8308	2,75	0,42	0,03	0,04	0,08	0,40	—	100,04
4	580	3,10	—	—	—	—	0,14	—	100,24
5	2016	3,20	0,19	0,09	0,02	0,41	0,57	—	99,92
6	1149-г	2,28	0,24	0,08	0,07	0,29	0,84	—	99,90
7	651	2,84	0,25	—	—	—	—	0,23	100,09
8	615	0,87	0,31	0,10	—	—	—	0,64	99,30
9	624	3,00	0,01	—	—	—	—	0,20	100,98

Примечание. Экструзии: 3, 4 — андезиты; 5, 6 — дациты; 8 — риодацит; 9 — риолит. Покровы игнимбригов андезитового и дацитового составов: 1, 2, 7, 1—7 — кальдера вулкана Горелый; 8, 9 — гора Скалистая. Образцы из коллекций: 1—3, 5 — В. С. Шеймовича [58]; 4, 6—9 — Э. Н. Эрлиха [43].

внутри поля составов комплекса, выделяющийся андезитовым содержанием SiO₂ и примерно равной (6,5—8,3 %) суммой щелочей. Экструзии имеют более неоднородный состав. Они дифференцированы по щелочности.

Плотность игнимбригов от 2,42 до 2,76 г/см³, а пористые породы в кровле покровов имеют плотность от 1,90 до 2,20 г/см³ [127]. Для этих пород характерна магнитная восприимчивость в пределах (1600—3400) × 10⁻⁶ ед. СГС. С игнимбриговыми покровами совпадает зона отрицательных значений ΔT_a. По данным гравиметрической съемки, проведенной М. И. Зубиным [58], толмачевский кальдерный комплекс характеризуется локальным минимумом большой интенсивности.

Среднеплейстоценовый возраст покровов игнимбригов принимается на основании охарактеризованного выше их стратиграфического положения. Экструзии комплекса прорывают игнимбриги, а короткие потоки куполов перекрывают их. Часть куполов образовалась после формирования кальдеры [20]. Урано-ториевый возраст риолитов экструзии горы Скалистая у восточного края кальдеры 0,061 ± 0,024 млн лет [15]. Извержения, связанные с кальдерным очагом, продолжались до конца верхнего плейстоцена. Установленный ¹⁴C-возраст пирокластики такого извержения 33 тыс. лет [39].

Южно-Валагинский район

Бакенингский вулканический комплекс (вулкан)

Комплекс (вулкан Бакенинг) сформирован преимущественно андезитовыми потоками и субвулканическими телами. Абсолютная высота вулкана 2277 м. Он представляет собой слабо усеченный конус с диаметром основания около 9 км и относительной высотой 1450 м. Склоны его изрезаны баранкосами и не несут явных следов вулканической экзарации. Они бронированы лавовыми потоками (Q_{IV}bk), под которыми в эрозионных выемках — стенках баранкосов, оползневых нишах обнажается сложное субвулканическое тело (внутривулканическая интрузия) андезитов (αQ_{IV}bk). Лавовые потоки, берущие начало у вершины, слагают внешнюю оболочку вулкана мощностью не более 200 м. Большая часть объема вулкана занята инъекционными образованиями [20].

В основании конуса они представлены сложной системой смежных субпараллельных, крутонаклонных и вертикальных даек (αQ_{IV}bk) субширотного простирания мощностью 5—7 м. Дайки находятся в «оболочке» псефитовых брекчий. Переход от кластической фации эндоконтакта к массивным порфиоровым породам постепенный. Относительная высота выходов 200 м. Максимальная ширина выхода такой системы около 1 км. Дайки — апофизы этой интрузии, прорывают потоки, в интерстициях встречаются клинья пирокластического материала.

В вершинной части вулкана наблюдается большое количество отпрепарированных даек андезитов и андезибазальтов. Наиболее протяженный дайковый останец в виде вертикальной призмы длиной 200 м и высотой 50 м находится на северном склоне вершины.

Особенностью субвулканической системы вулкана является то, что в ее составе преобладают роговообманковые андезиты с большим количеством ксенолитов размером от долей до 15 см. В ксенолитах встречены амфиболовые габбро, кварциты, песчаники.

В составе комплекса преобладают андезиты двух типов: дупироксеновые и амфибол-дупироксеновые. Отмечены амфиболовые и биотитовые дациты. Андезиты — порфиоровые массивные, редко

Таблица 30

Химический состав пород бакенинского вулканического комплекса
(вулкан Бакенинг)

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO
1	16	52,63	1,50	16,35	4,17	5,50	0,13	6,41
2	42a	54,36	0,96	18,80	7,09	1,35	0,09	4,12
3	32	59,52	0,77	16,79	3,58	2,80	0,08	3,74
4	552	60,07	0,67	19,50	2,69	2,85	0,13	2,30
5	42	60,70	0,65	17,81	5,74	0,31	0,10	2,42
6	559	61,05	0,71	17,89	0,88	3,97	0,06	3,53
7	16a	62,49	0,68	17,30	2,50	3,05	0,14	1,90

Окончание табл. 30

№ п. п.	Номер образца	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	п.п.п.	Сумма
1	16	7,93	3,62	1,05	0,23	0,01	—	99,53
2	42a	8,68	3,31	1,05	0,20	0,01	0,15	100,17
3	32	6,48	3,39	1,31	0,12	—	1,01	99,59
4	552	5,50	3,72	1,60	0,20	—	0,55	99,78
5	42	6,41	3,70	1,37	0,17	0,02	0,35	99,75
6	559	6,18	3,46	1,44	0,15	—	0,71	100,03
7	16a	5,47	4,17	1,41	0,20	0,01	0,16	99,48

Примечание. 1, 2, 5 — субвулканические тела, некки, дайки; 3, 4, 6, 7 — потоки. 1 — базальт; 2—7 — андезиты. Образцы из коллекций: 1—3, 5, 7 — Богдановой [73]; 4, 6 — Э. Н. Эрлиха [43].

пористые с гиалопилитовой основной массой. Характерно наличие гомеогенных включений плагиоклаз-двупироксенового состава размером до 1 см. Количество вкрапленников не превышает 30 %. Во всех разновидностях пород преобладают порфиновые выделения плагиоклазов. Количество темноцветных составляет около 15 %. Гломеровые сростания могут достигать заметных размеров (более 1 см). Не всегда можно отличить ксенолиты амфиболовых габбро от пироксен-роговообманковых гомеогенных включений в связи со сходством структур этих полнокристаллических включений. Структура основной массы гиалопилитовая, микрокристаллическая.

Породы принадлежат к кали-натровой известково-щелочной серии, в меньшей степени к низкокалевой. Резких различий между теми и другими разновидностями нет (табл. 30).

На карте магнитного поля бакенинский комплекс выражен линейной положительной аномалией субмеридионального простира-ния интенсивностью более 5 мЭ. На карте локальных гравитационных аномалий вулкан приурочен к локальному минимуму.

Время становления комплекса считается голоценовым, так как склоны вулканической постройки не несут следов плейстоценовой ледниковой экзарации.

Вершинский вулканический комплекс (вулкан) (Q_{III}³⁻⁴vr)

Комплекс сложен андезибазальтовыми вулканитами. Комплекс полностью соответствует Вершинскому вулкану, который имеет форму скошенного конуса высотой 1801 м и диаметрами основания 8,5×6,4 км. Относительная высота у северного подножия 1000 м, у южного — до 500—600 м. Фундаментом вулкану служат плиоценовые и нижнечетвертичные вулканиты.

Нижняя часть вулкана сложена потоками андезитов, базальты тяготеют к вершинной части. На вершине вулкана и в его восточном склоне обнажаются из-под лавовых потоков некки (αQ_{III}³⁻⁴vr) и субвулканические тела андезитов и андезибазальтов площадью от 0,5 до 1,5 км².

Для лав вершинского комплекса характерна гломеровая структура и неравновесные минеральные ассоциации темноцветных вкрапленников: пироксены, оливин, роговые обманки. Плагиоклаз

Таблица 31

Химический состав пород вершинского вулканического комплекса
(вулкан Вершинский)

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	2501	53,82	0,80	17,82	4,29	4,24	0,14	7,60	5,78
2	2514-1	56,46	0,80	17,62	3,37	3,81	0,13	3,75	6,82
3	2497	57,44	0,74	16,83	2,93	3,66	0,12	3,87	6,75
4	2514	57,46	0,79	18,25	3,91	2,51	0,12	2,82	6,85
5	1751	58,68	0,85	16,08	4,07	3,36	0,14	4,20	6,20

Окончание табл. 31

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	Сумма
1	2501	2,95	1,10	0,17	0,05	0,60	0,45	0,07	99,88
2	2514-1	3,86	1,52	0,23	0,05	1,04	0,09	0,07	99,62
3	2497	3,82	1,61	0,19	0,01	1,26	0,36	0,09	99,68
4	2514	3,98	1,74	0,24	0,05	0,42	0,09	0,07	99,30
5	1751	3,99	1,52	0,23	0,40	0,30	0,02	н. о.	100,04

Примечание. 1 — субвулканическое тело; 2—5 — потоки. 1, 2 — андезибазальты; 3—5 — андезиты. Образцы из коллекции Э. А. Химченко [144].

вкрапленников соответствует андезину—лабрадору № 48—55. Они нередко проплавлены, содержат включения клинопироксена, рудного минерала или вулканического стекла. Оливин чаще всего появляется в андезибазальтах и базальтах в виде мелких (0,1—0,8 мм) бесцветных кристаллов с реакционной каймой агрегата моноклинного пироксена и плагиоклаза. Породы содержат многочисленные включения диоритового состава, а также ксенолиты крупнозернистых роговообманковых диоритов.

По химическим особенностям вулканы принадлежат к известково-щелочной умереннокалиевой серии (табл. 31).

С вершиной Вершинского вулкана совпадает максимум гравитационной положительной аномалии, с комплексом — участок слабодифференцированного положительного магнитного поля.

Помимо стратиграфического положения комплекса (залегает на нижнеплейстоценовых базальтах) его средне-позднеплейстоценовый возраст определяется сохранившейся конической формой со следами верхнеплейстоценовой ледниковой экзарации. Палеомагнитным анализом установлена [144] принадлежность потоков вулкана к эпохе Брюнес (0,0—0,73 млн лет).

Авачинский район

Корякский вулканический комплекс (вулкан)

Корякский андезибазальтовый комплекс представлен главным образом эффузивно-пирокластическими образованиями и в меньшей степени субвулканическими телами одноименного вулкана — крайнего северо-западного члена Авачинско-Корякской группы вулканов.

Корякский вулкан имеет форму правильного конуса высотой 3456 м с крутыми склонами: до 35° у вершины и до 20° — в средней части склонов. Диаметр основания около 20 км, относительная высота над южным подножием 3200 м и 2300 м — над северным. Поверхность склонов изрезана глубокими баранкосами. В западной части вершинного гребня расположен кратер. Его диаметр 180—200 м, высота стен — 20—30 м. Площадь основания вулкана более 300 км². С северной стороны вскрывается его плиоценовый цоколь, выходы которого закартированы на высоте 1000—1200 м. Южное основание вулкана перекрывает мезозойские и кайнозойские отложения. Контакты вскрыты буровыми скважинами на глубинах с отметками ниже уровня моря. Постройка Корякского вулкана образована в две фазы: раннюю — позднеплейстоценовую и позднюю — голоценовую.

Ранняя фаза ($Q_{III}^{3-4}kr$) комплекса объединяет покровную фацию и субвулканические тела.

Покровная фация начала формироваться в позднем плейстоцене излияниями лав оливин-клинопироксеновых плагиобазальтов, ко-

торые сменились в предголоценовое время андезибазальтами и андезитами, в том числе и роговообманковыми [23]. Мощность эффузивных серий в бортах баранкосов достигает 200 м. В привершинной части лавовый разрез сменяется существенно агломератовым.

Субвулканические тела ($\beta Q_{III}kr$) комплекса отпрепарированы незначительно. Наиболее крупное тело площадью в плане около 1,3 км² обнажается в привершинной части вулкана в его южном склоне. Для эндоконтактной зоны типичны агломератовые оболочки. Состав тел и даек, обнажающихся в привершинной части, базальтовый. Отдельные дайки прослежены по восстанию на 800 м. Их мощность 2—7 м [23].

Поздняя фаза ($Q_{IV}kr$). Голоценовые потоки оливиновых базальтов изливались из субтерминальных и латеральных кратеров на западный и северный склоны и протягиваются на 2,0—2,5 км. Потоки сохранили характерную каплевидную форму в плане, высокий крутой уступ во фронтальной части. Они хорошо дешифрируются на аэрофотоснимках. Их мощность — первые десятки метров, общая площадь до 100—120 км². Центры излияний потоков выглядят как невысокие (до 50 м высотой и до 200 м диаметром) шлаковые конусы. У северного подножия вулкана широко распространены пирокластические отложения. В стенках каньонов в истоках рек Шумная, Правая Седловинская, Левая Налычева их мощность достигает 15 м. Они представлены вулканическим песком с валунами и глыбами оливиновых базальтов.

К поздней фазе отнесены и две экструзии андезитов ($\alpha Q_{IV}kr$), расположенные на северном и западном склонах. Они имеют в плане овальную форму, площадь около 1 км², высоту несколько десятков метров и плоские вершины. Характерна флюидальная текстура, гомеогенные включения.

Среди пород Корякского вулкана преобладают оливиновые базальты и оливин-двупироксеновые андезибазальты и андезиты. Структура пород порфиристая, сериальнопорфиристая, текстура массивная, пористая. В базальтах основная масса интерсертальная, в андезибазальтах и андезитах — гиалопилитовая. Оливиновые базальты содержат до 20 % порфиристых выделений. Из них (%): оливина — до 10, пироксенов — до 5, магнетита — 1—2. Содержание вкрапленников в андезитах и андезибазальтах достигает 30 %. Из них (%): плагиоклаза — 15—20, оливина — 2—3, пироксенов — 5—7, единичные зерна роговой обманки, рудного минерала — 2—3. Акцессорные представлены апатитом.

Плагиоклаз вкрапленников представлен лабрадором—битовнитом. Оливин образует идиоморфные кристаллы или мономинеральные сростки до 2 мм в поперечнике. Ортопироксен представлен гиперстеном.

В лавах часто отмечаются признаки гибридного состава, неравновесные парагенезисы (магнезиальный оливин, основной плагиоклаз и роговая обманка). В них встречаются ксенолиты пород

Таблица 32

Химический состав пород корякского вулканического комплекса (сопка Корякская)

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	—	50,28	0,98	15,02	3,89	7,63	0,18	8,36	9,57
2	—	52,00	0,81	16,72	5,21	5,22	0,30	7,00	9,00
3	—	54,09	0,80	16,58	3,39	3,61	0,14	3,75	7,34
4	25093	55,62	0,82	18,66	3,02	4,97	0,16	3,84	8,16
5	—	57,27	0,96	13,06	6,97	2,31	0,08	2,40	5,32
6	26018	58,96	0,62	18,20	2,36	3,93	0,16	2,99	6,31
7	237	60,97	0,67	17,85	4,36	1,84	0,13	2,55	5,7

Окончание табл. 32

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	п.п.п.	Сумма
1	—	2,47	0,98	0,15	—	0,32	0,04	—	99,87
2	—	2,27	1,54	0,02	—	0,24	—	—	100,33
3	—	3,03	1,04	0,15	—	2,11	0,57	—	96,60
4	25093	3,24	0,81	0,25	—	—	—	0,02	99,57
5	—	3,19	0,12	0,15	1,87	3,04	1,07	—	97,81
6	26018	4,05	1,63	0,23	—	—	—	0,08	99,52
7	237	4,39	1,58	0,21	0,1	0,53	—	—	100,88

Примечание. 1, 2 — базальты; 3, 4 — андезибазальты; 5—7 — андезиты. Образцы из коллекций: 1—3, 5 — Э. Н. Эрлиха [43]; 4, 6 — М. Ю. Пузанкова [45]; 7 — В. В. Валова [73].

мезозойского фундамента: слабометаморфизованные песчаники и алевролиты, мраморизованные известняки, перидотиты, пироксениты и кварц-пироксен-плаггиоклазовые скарны [23].

Лавы относятся к умереннокалиевым породам известково-щелочной серии (табл. 32). Геохимическая специфика Корякского вулкана позволяет выделить его из Авачинско-Корякской группы вулканов как самостоятельный комплекс. Сравнение анализов Авачинского и Корякского вулканов методом условных средних при линейной интерполяции [148] показало отсутствие петрохимической близости между ними не только в целом, но и по отдельным компонентам, особенно по K₂O. По данным М. Ю. Пузанкова (Институт вулканической геологии), первые, наиболее нижние, покровы корякского комплекса близки по своим химическим особенностям к авачинскому комплексу.

Положению Авачинско-Корякской группы в гравитационном поле соответствует отрицательная аномалия силы тяжести. Центры вулканов проецируются на градиентную ступень северо-восточного

простираения, ограничивающую аномалию с севера. На карте магнитного поля с Корякским вулканом совпадает малоинтенсивная положительная аномалия.

Для андезитов и андезибазальтов комплекса характерна плотность от 2,16 до 2,93 г/см³ (средняя 2,64 г/см³), магнитная восприимчивость — $(790-2100) \times 10^{-6}$ ед. СГС и остаточная намагниченность — $(4200-56\ 300, \text{средняя } 15\ 524) \times 10^{-6}$ ед. СГС [73].

О времени становления ранней фазы Корякского вулкана (поздний плейстоцен) можно судить по широкому развитию у его подножия морен второй фазы позднеплейстоценового оледенения. Этот факт позволяет считать, что в конце позднего плейстоцена вулкан существовал как форма, близкая к современной [29]. В бассейне р. Дремучая лавы корякского комплекса перекрывают среднечетвертичные эффузивы купольного комплекса. В исторически обозримое время деятельность вулкана была умеренной. Известное извержение 1956—1957 гг. носило взрывной характер [23]. На северо-западном склоне постоянно действует группа фумарол. Поверхность парящих площадок покрыта возгонами серы, опала, алуниита, гипса [23]. Прогноз извержений вулкана рассмотрен в гл. «Эколого-геологическая обстановка».

Авачинский вулканический комплекс

К комплексу отнесены образования вулканического ареала к северу от Авачинской губы, включающего действующий вулкан Авачинский, вулкан Козельский, а также экструзивно-пирокластическое поле севернее г. Петропавловск-Камчатский. В его составе преобладают андезибазальтовые и андезитовые вулканы. Общая площадь распространения комплекса более 500 км². Объем наземных конических построек примерно 320 км³.

Вулкан Авачинский относится к типу Сомма—Везувий, его высота 2751 м. Высота Козельского вулкана 2190 м. Они формируют единый вулканический массив, причем вулкан Козельский является крупным побочным центром на юго-восточном склоне соммы Авачи. Его деятельность сопровождалась неоднократными взрывами и экструзиями многочисленных куполов среднего состава. Диаметр основания авачинского комплекса (без экструзивно-пирокластического поля) 30—40 км. Открытость соммы на юго-запад связана со взрывной деятельностью вулкана, ориентированной в этом направлении вдоль системы радиальных разломов [23].

Сходство петрографического и химического составов подтверждает морфологическое единство вулканов. Экструзивно-пирокластическое поле отнесено к авачинскому комплексу на том основании, что оно сложено пирокластикой авачинского вулкана, а его экструзивные породы близки по составу к экструзиям Авачи и Козельского.

Комплекс представлен двумя фазами: ранней (плейстоценовой) и поздней (голоценовой).

Ранняя фаза ($Q_{III}^{3-4}av$). Вулканы ранней фазы, как покровная, так и экструзивная ($\alpha Q_{III}^{3-4}av$) фации, слагают основной объем комплекса.

При описании покровной фации использованы материалы, предоставленные М. Ю. Пузанковым. В верховьях руч. Козельский прослеживается пачка:

	м
1. Агломератовые туфы. До 50 % объема занимают округлые бомбы базальтов, погруженных в псефитовый мезостазис	10
2. Туфы грязно-желтые лапиллиевые	4
3. Агломератовые глыбовые туфы с обломками андезибазальтов до 2 м	30
4. Андезибазальты	6
5. Агломератовые туфы, аналогичные слою 3, с прослоем черных косослоистых туфов в кровле. Азимут падения 185° , угол 10°	35
6. Серия потоков андезибазальтов. Мощность потоков от 3 до 15 м	40

Мощность разреза 125 м.

Верхняя часть разреза покровной фации наблюдалась на левом борту трога ледника Заварицкого:

	м
1. Серия из пяти лавовых потоков пироксеновых андезибазальтов мощностью от 3 до 10 м. Азимут падения $310^\circ \pm 10^\circ$	30
2. Агломератовые туфы с валунами пироксеновых андезитов со шлаковыми корками красно-бурого цвета. В них отмечен горизонт лапиллиевых туфов мощностью 2 м	50
3. Серия потоков пироксеновых андезибазальтов, разделенных бурыми кластолавами. Мощность массивных частей 2—3 м, кластолав — 3—7 м	33
4. Агломератовые туфы, аналогичные слою 2	50
5. Поток пироксеновых андезибазальтов, в его кровле и подошве кластолавовые оторочки мощностью от 3 до 8 м	16
6. Туфы псефитовые черного цвета, слоистые	10
7. Два потока пироксеновых андезибазальтов, разделенных кластолавовым прослоем	11
8. Вулканический песок серого цвета, переходящий в верхней половине слоя в псефитовый туф с валунами и глыбами до 0,5 м	30
9. Пироксеновые андезибазальты, возможно это силл	30
10. Три потока оливин-пироксеновых андезибазальтов	10

Мощность разреза 270 м.

Мощность покровной фации составляет 400—500 м.

Экструзивно-пирокластическое поле у южного подножия вулкана простирается до Авачинской губы и прослеживается в северо-западном направлении на 25 км при ширине 12 км. В редких обнажениях вскрывается глыбово-щебнистая песчаная толща мощностью (по данным бурения) до 330 м. Материал толщи не окатан и не сортирован. Состав обломков однообразен и соответствует пироксен-роговообманковым андезитам.

Внутри этого поля выделяются в рельефе и при дешифрировании аэрофотоматериалов куполовидные тела пироксеновых и роговообманковых андезитов. Наиболее отпрепарирован купол горы Мишенная (высота 382 м) относительной высотой около 300 м и диаметрами основания 1×2 км. Роговообманковые андезиты прорывают отложения николевской толщи. Абсолютный возраст андезитов, определенный В. Л. Кошкиным трековым методом по апатитам, равен $0,7 \pm 0,2$ млн лет [105].

Другие экструзии в пределах этого поля имеют относительные высоты, не превышающие 100 м, в их кровлях отмечаются мощные агломератовые мантии со следами фумарольных ходов и вторичного разогревания. Разрез подобной мантии наблюдался в карьере высоты 202 м. От пирокластических отложений, которые прорваны апофизами экструзий (контакт наблюдался в пос. Сероглазка), образования мантии отличаются крайне однородным петрографическим составом обломков. Диаметры куполов в пределах 1—5 км.

Субвулканические образования ранней фазы (кроме описанных выше экструзий) представлены андезибазальтовым массивом горы Монах (высота 1080 м) и андезитовыми экструзивными телами внешнего склона соммы, включая и экструзии вулкана Козельский. К ним также относятся дайки и силлы, дешифрирующиеся в обрывах соммы. Экструзии и субвулканические тела занимают около 10 % площади вулканов.

Массив горы Монах имеет структуру дайково-силлового «сплетения». Он сложен двупироксеновыми оливинсодержащими андезибазальтами. Мощность тел от 1 до 10 м. Эндоконтакты тел, сложенные брекчиями внедрения и кластолавами, гидротермально изменены. Экструзии внешнего склона соммы расположены по кольцевым разломам. Расположение экструзий вулкана Козельский закономерно. Размеры их в плане варьируют от долей до 5 км^2 . Они сложены двупироксеновыми и роговообманковыми андезитами. Для части из них типична столбообразная форма. В обнажениях видны вертикальные следы течения.

Поздняя фаза ($Q_{IV}av$). К фазе принадлежит молодой действующий конус вулкана Авача, сложенный преимущественно андезитами и возвышающийся над соммой на 400—1000 м, шлаковые конусы на северо-восточном и северо-западном склоне соммы, а также маломощный пирокластический покров на правобережье р. Налычева. Кроме того, по долине Халактырской Сухой Речки наблюдаются отложения пирокластического потока. Часть терминальных лавовых потоков спускаются в сторону открытия соммы. В основном это потоки глыбового типа. Потоки поздней фазы сложены оливиновыми базальтами, авгит-гиперстеновыми, реже оливин-гиперстеновыми андезибазальтами, андезитами. До января 1991 г. на вершине находился кратер диаметром 350 м и глубиной 220 м. В его стенах лавовые наслоения пересекались дайками и пластовыми залежами. В настоящее время он заполнен лавовой пробкой последнего извержения 1991 г.

Петрографические разности пород ранней и поздней фаз существенно не различаются. Все породы имеют порфировую структуру, гиалопилитовую, микролитовую или интерсертальную структуру основной массы. Оливин-пироксеновые андезибазальты содержат до 35 % вкрапленников, среди которых можно выделить плагиоклаз (10—15 %), оливин (от 3 до 15 %), до 5 % пироксенов (преимущественно авгит), 2—4 % магнетита. Двупироксеновые андезиты практически не содержат оливина. В них наблюдается до 40 % плагиоклаза, 10—15 % пироксенов, единичные зерна роговой обманки. Роговообманковые андезиты отличаются большим количеством кристаллов зеленой и базальтической роговой обманки (до 25 %), нередко опациitizedированной. Размеры ее призматических кристаллов достигают 1 см. Помимо роговой обманки наблюдаются плагиоклаз (7—15 %), гиперстен (до 2 %), единичные включения биотита. Рудный представлен магнетитом, акцессорные — апатитом и цирконом.

Экзотическими для всей группы эффузивных пород авачинского комплекса являются оливин-хромдиопсидовые базальты, или «авачиты» [60, 61]. Они не содержат вкрапленников плагиоклаза. В них наблюдаются крупные (до 1 см) идиоморфные выделения оливина, хромдиопсида. Помимо карбоната, акцессорные представлены апатитом, алмандином, муассонитом.

По химическому составу (табл. 33) породы комплекса дифференцированы от базальтов до андезитов. На классификационной диаграмме рой его точек расположен в поле низкокалиевой (толеитовой островодужной) серии. Тенденция повышения железо-магниевого отношения с ростом кремнекислотности заметно отличается авачинский комплекс от ближайшего корякского комплекса.

Ксенолиты представлены двумя группами пород. Первая группа — амфиболы, амфиболсодержащие сланцы, мраморы и продукты их преобразования (скарны, роговики) относятся к оторженцам кристаллического фундамента. Большинство же ксенолитов относится ко второй группе и представлено перидотитами и пироксенитами.

По геофизическим данным [50, 148] авачинский комплекс расположен в грабенообразной депрессии северо-западного простирания глубиной более 2 км. Согласно сейсмическому просвечиванию в интервале глубин 1,5—5 км предполагается периферический магматический очаг [48]. На глубинах 18—24 км выделен сейсмический раздел, который, возможно, соответствует кровле глубинного магматического очага.

Плотность пород варьирует от 2,13 до 2,95 г/см³. Средняя плотность (2,57 г/см³) значительно отличается от средней плотности пород корякского комплекса (2,64 г/см³). На карте магнитного поля область авачинского комплекса характеризуется положительными значениями 0—1 мЭ с максимумом более 3 мЭ и двумя экстремумами в нем, соответствующими действующему конусу и вершине Козельского вулкана.

Таблица 33

Химический состав пород авачинского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	CO ₂	п.п.л.	Сумма
1	50,84	0,41	7,23	2,59	6,11	0,14	17,74	12,60	1,35	0,32	0,02	0,02	—	0,06	0,20	—	—	99,61
2	52,23	0,85	17,34	3,85	4,97	0,17	7,74	7,84	3,17	0,48	0,14	0,14	0,1	—	0,69	—	—	99,57
3	52,88	0,84	16,91	3,78	5,03	0,16	7,66	7,73	3,13	0,48	0,13	0,13	0,1	—	0,77	—	—	99,60
4	53,24	0,89	18,86	1,36	6,00	0,16	5,77	9,31	3,00	0,47	0,11	0,11	0,1	0,14	0,46	0,1	—	99,97
5	53,48	0,83	21,71	2,61	4,60	0,09	3,43	7,99	3,13	0,70	0,14	0,14	—	—	—	—	0,46	99,17
6	53,34	1,10	19,44	2,86	5,82	0,19	3,79	8,86	3,76	0,53	0,16	0,16	0,1	0,21	0,20	0,1	—	100,26
7	53,78	0,88	18,56	3,08	5,06	0,16	4,48	9,41	3,55	0,56	0,12	0,12	0,1	0,06	0,44	0,1	—	100,14
8	54,18	0,80	17,80	4,57	4,09	0,15	5,16	9,03	2,80	0,94	0,15	0,15	0,1	0,27	0,05	0,1	—	99,99
9	55,36	0,89	18,00	5,05	3,74	0,16	4,27	8,19	3,49	0,60	0,16	0,16	0,1	0,35	0,05	0,1	—	100,31
10	55,86	0,85	18,79	2,41	4,60	0,16	4,39	8,58	3,37	0,60	0,16	0,16	0,1	0,05	0,13	0,1	—	99,95
11	56,14	0,76	18,34	4,87	2,87	0,17	3,49	7,44	3,29	0,55	0,15	0,15	—	—	0,47	0,30	—	98,84
12	56,24	0,83	19,09	2,36	4,88	0,16	3,48	8,00	3,27	0,78	0,17	0,17	—	0,08	0,28	—	—	99,62
13	56,70	0,63	19,16	2,43	3,68	0,16	2,88	7,86	3,82	0,57	0,16	0,16	—	—	—	—	1,80	99,85
14	56,76	0,75	19,45	3,72	3,66	0,20	2,46	7,91	3,75	0,60	0,19	0,19	0,1	0,3	0,1	0,1	—	99,85
15	57,59	0,54	17,98	3,58	3,83	0,20	3,18	8,06	2,52	1,28	0,03	0,03	—	0,33	0,69	0,08	—	99,89
16	59,12	0,82	18,40	2,93	2,94	0,19	1,98	6,90	5,40	0,66	0,19	0,19	0,1	0,06	0,10	0,1	—	99,69

Примечание. Ранняя фаза. Потоки: 6, 8, 10 — двупироксеновые андезибазальты; 11, 13 — андезиты. Субвулканические тела: 1 — оливин-хромдиопсидовый пикробазальт (авачит); 4, 8 — двупироксеновые андезибазальты; 14—16 — андезиты. Поздняя фаза. Покровная фаза: 2, 3 — базальты (шлаки); 5, 7 — андезибазальты (потоки); 12 — андезит (поток 1991 г.). 6, 8, 10, 11, 13, 16 — somma Авачи; 2—4, 9, 14 — вулкан Козельский; 5, 7 — вулкан Авача; 12 — кратер вулкана Авача; 15 — гора Мишенная (отм. 382); 1 — р. Мутная (гора Козельская).
Образцы из коллекций: 1, 4, 6—11, 14, 16 — В. С. Шеймовича [148]; 2, 3 — В. Я. Синицкого [137]; 15 — Н. Ф. Данилско [186]; 5, 13 — М. Ю. Пузанкова [45]; 12 — Б. В. Иванова [26].

Химический состав потоков вилючинского вулканического комплекса
(вулкан Вилючинский)

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	156	51,00	1,00	16,65	3,37	6,15	0,20	7,42	9,87	2,96
2	466	53,28	0,75	20,59	2,16	5,33	0,14	4,40	9,14	3,12
3	519	57,48	0,70	18,36	4,06	4,09	0,06	2,71	7,57	3,62

Окончание табл. 34

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	156	0,75	0,27	<0,1	0,20	0,20	<0,1	—	100,04
2	466	0,95	0,05	—	—	—	—	0,59	100,05
3	519	1,42	0,05	0,05	—	—	—	0,05	100,22

Примечание: 1 — базальт; 2 — андезибазальт; 3 — андезит. Образцы из коллекций: 1 — В. С. Шеймовича [148]; 2, 3 — С. Е. Апрелькова [5].

Возраст соммы Авачинского вулкана соответствует верхнему плейстоцену (средней и верхней ступеням), так как, судя по мощному ареалу ледниковых отложений второй стадии верхнеплейстоценового оледенения, авачинский комплекс уже существовал как мощный вулкан — центр оледенения в это время. Согласно результатам палеомагнитного анализа проб, отобранных из разрезов соммы и вулкана Козельский, время становления ранней фазы комплекса (по заключению В. В. Герника) — эпоха Брунеса, то есть период 0,7—0,0 млн лет. В двух местах северного берега Авачинской губы среди пирокластических отложений, которые И. В. Мелекесцев [39] связывает с извержениями в результате формирования соммы Авачи, обнаружены прослои гумусированного вещества, для которого получены радиоуглеродные датировки 29 900±900 и 33 600±700 лет.

Молодой конус Авачинского вулкана начал формироваться около 3500 лет назад [16]. Угли из отложений пирокластических потоков имеют ¹⁴C-возраст в пределах 3510—3580 лет. Для голоценового конуса существует множество радиоуглеродных датирований [16]. За последние 250 лет большинство исторических извержений имело эксплозивный характер с выбросом значительных объемов тефры, некоторым предшествовали землетрясения. Лавы изливались лишь в 1827, 1901, 1909, 1926, 1938, 1991 гг. [23].

Южно-Камчатский район

Вилючинский вулканический комплекс (вулкан)

Вулкан Вилючинский расположен в междуречье верхних течений Большой Саранной и Вилючи. Он представляет собой правильный конус, сложенный андезитами и базальтами. Его абсолютная высота 2173 м, диаметр основания 8 км, крутизна склонов у вершины до 35°. Глубокие баранкосы изрезают поверхность конуса, основание которого подрезано трогами позднеплейстоценового оледенения.

В развитии вулкана условно выделяются две фазы. В раннюю фазу (позднеплейстоценовую) ($Q_{III}^{3-4}vl$) сформировалась постройка стратовулкана. В позднюю фазу ($Q_{IV}vl$) произошло излияние нескольких потоков базальтов на западные склоны вулкана. На его южных склонах наблюдался разрез покровной фации, в котором переслаиваются более двадцати потоков андезитов, чередующихся со слабосцементированными агломератовыми туфами. Мощность слоев от 10 до 30 м. Андезиты — черные, темно-серые породы с массивной текстурой, в кровле и подошве — пористые, с агглютированными корками. На юго-восточных склонах встречены потоки серых оливиновых базальтов. Средняя мощность покровных образований около 400 м.

Некк и дайки андезитов ($\alpha Q_{III}^{3-4}vl$) обнажены в верхней части конуса. Некк образует вершину вулкана. Его диаметр около 2 км,

высота 600 м. Он хорошо отпрепарирован и окружен пологой площадкой.

Среди вулканитов комплекса встречены оливиновые базальты и плагиопорфировые андезиты. Вкрапленники базальтов (около 40 % объема породы) представлены плагиоклазом (25 %), оливином (8—10 %), орто- и клинопироксенами. Основная масса имеет микроделеритовую структуру. Плагиопорфировые андезиты имеют серийнопорфировую структуру и гиалопилитовую структуру основной массы. Общее содержание порфировых выделений составляет 35—45 %, из них плагиоклаза 30—40 %, ромбического пироксена до 5 %. Структура основной массы гиалопилитовая.

Химический состав вулканитов приведен в табл. 34.

С Вилючинским вулканом совпадает положительная магнитная аномалия интенсивностью 5 мЭ. Петрофизические характеристики пород близки к вулканитам авачинского комплекса.

Позднеплейстоценовый возраст ранней фазы вулкана дается на том же основании, что и плейстоценовым частям вулканов Коряжский и Авачинский.

Мутновский комплекс (вулкан)

Базальтовый комплекс представляет собой полигенный стратовулкан с вершинной отметкой 2323,6 м и относительным превышением 1100—1200 м, расположенный в междуречье Фальшивая—

Мутная. Площадь его основания 150 км². Современная форма вулканического массива образована в результате миграции центра извержения. Его смещение во времени происходило без значительных отклонений, поэтому вулканический массив имеет в плане изометричную форму. Фундаментом вулкана служат миоценовые образования и среднечетвертичные игнимбриты толмачевского комплекса.

В эволюции мутновского комплекса выделено две фазы: ранняя и поздняя. Вулканы обеих фаз по вещественному составу практически не отличаются и представлены базальтами и андезибазальтами.

Ранняя фаза ($Q_{III}^{3-4}mt$). В плане породы ранней фазы комплекса занимают около 70 % его площади. Покровная фация слагает южные, северные и восточные склоны Мутновской сопки. В каньоне р. Куропатка вскрывается ее разрез:

	M
1. Туфы псефитовые слабосцементированные желтовато-серые, базальтового состава. Преобладают обломки размером 1—3 см. Характерны включения базальтовых глыб до 5 м в поперечнике. В основании туфов присутствует слой конгломератов, состоящих из хорошоокатанных галек и валунов базальтов, мощностью 6 м	150
2. Андезибазальты серые мелкопорфировые	6
3. Туфы псефитовые ржаво-бурого цвета	18
4. Туфы псефосаммитовые желтые слабосцементированные	8
5. Андезибазальты, аналогичные слою 2	25
6. Туфы псефитовые желтовато-бурые	8
7. Туфы псефитовые, ржаво-бурого цвета, интенсивно ожелезненные, с включениями овальных вулканических бомб	35
8. Серия базальтовых потоков. В нижней части мощность потоков не превышает 3 м, вверху увеличивается до 5 м. Потоки разделены шлаковыми корками	80

Мощность разреза 330 м.

Коэффициент эксплозивности покровной фации около 65. Мощность эффузивно-пирокластических отложений максимальна у подножий — до 500 м.

Субвулканические тела ранней фазы ($\beta Q_{III}^{3-4}mt$) представлены редкими штоками, некками и дайками базальтов на северной и северо-восточном склонах постройки, где обнажаются тела верхней зоны питающей системы комплекса. Многочисленные дайки и жерловые образования базальтов наблюдаются в северо-восточной части восьмеркообразного кратера. Они образуют системы параллельных тел и пересекающиеся пучки различных простираций. Нередко дайки имеют агломератовые оболочки. Их протяженность от десятков до сотен метров, мощность 1,5—2,0 м. Некки и штоки имеют в плане изометричную форму и диаметры до 1 км. Породы интенсивно изменены в результате как плейстоценовой фумарольной деятельности в верхней части массива, так и современной газогидротермальной деятельности с образованием аргиллизитов,

алунит-опалитов, импрегнированных серой, алунитом и сульфидами.

Поздняя фаза ($Q_{IV}mt$) представляет собой современные, преимущественно эффузивные образования комплекса. Последние сплошным лавово-пирокластическим чехлом покрывают западные и юго-западные склоны вулканической постройки. Кроме того, на ее южном склоне расположены группы шлаковых конусов; площадь основания отдельных конусов до 1 км². Мощность покровной фации 250—300 м.

Современная активность вулкана Мутновский приурочена к огромному (3×2 км) сдвоенному кратеру, осложненному системой более мелких кратеров с диаметрами 0,3—0,6 км. В стенках кратера наблюдаются современные дайки базальтов (βQ_{IV}). Дайки имеют различное простираение, часто расположены радиально, их протяженность до 100 м, мощность до 10 м. Они сложены черными стекловатыми базальтами. Встречены редкие мелкие тела дацитов.

Петрографический состав покровов и даек существенно не различается и представлен оливин-плагноклазовыми базальтами и андезибазальтами с порфировой и афировой структурами, интерсертальной, гиалопилитовой, реже микроделеритовой основной массой. Вкрапленники представлены основным лабрадором (до 30 %), оливином (до 10 %), редко авгитом.

В кратере Мутновского вулкана расположены обширные фумарольные поля. Поверхность их сложена аргиллизитами и почти сплошь покрыта возгонами, которые представляют собой смесь сернокислых солей алюминия, железа, кальция, магния, натрия, калия. Наиболее высокотемпературные фумарольные струи вытекают у подножия стены кратера (Активная воронка). Скорость их более 100 м/с, температура до 700 °С. Выходы фумарол окружены возгонами серы, нашатыря, сульфатов и хлоридов [23].

По химическим особенностям породы комплекса относятся к глиноземистым и высокоглиноземистым низкокалийевым базальтам натриевой серии (табл. 35).

В гравитационном поле мутновский комплекс располагается на краю крупной отрицательной аномалии в градиентной зоне. Средняя плотность пород 2,64 г/см³. В магнитном поле комплекс приурочен в целом к ориентированной на северо-запад зоне отрицательных аномалий. Постройка вулкана, принадлежащая к ранней фазе, подвергнута интенсивнейшей ледниковой экзарации, что свидетельствует о том, что в позднем плейстоцене она представляла собой высокий вулканический массив — центр горнодолинного оледенения. Формирование поздней фазы прослежено большим количеством радиоуглеродных датирований [37]. Два наиболее крупных эксплозивных извержения произошли 4000—4100 и 1200—1300 лет назад. За исторический период вулкан Мутновский извергался не менее 15 раз. В 1848 г. произошло «свиное», по словам П. Т. Новогрابلена, извержение, со-

Таблица 35

Химический состав пород мутновского вулканического комплекса
(вулкан Мутновский)

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	—	48,66	0,53	22,26	1,68	7,27	0,19	5,46	11,66	1,53
2	3641-1	49,05	0,93	23,96	1,17	6,74	0,14	4,72	9,42	2,51
3	—	50,86	1,10	22,42	3,69	5,22	0,17	3,38	10,39	2,30
4	176	51,62	1,24	17,90	8,31	3,25	0,23	3,44	9,39	3,24
5	4001	52,29	1,43	19,16	4,20	6,46	0,19	2,96	8,75	3,50

Окончание табл. 35

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	—	0,16	0,11	—	—	—	0,22	0,22	99,76
2	3641-1	0,60	0,15	0,03	0,55	0,15	0,07	—	100,19
3	—	0,16	0,18	—	—	—	—	0,21	100,08
4	176	0,55	0,28	—	—	—	—	0,37	99,82
5	4001	0,48	0,23	0,13	0,35	0,03	—	—	100,16

Примечание. Ранняя фаза: 1, 2 — потоки северного склона вулкана; 5 — поток южного подножия вулкана. Поздняя фаза: 4 — поток; 3 — современная тефра. 1—4 — базальты; 5 — андезибазальт. Образцы из коллекций: 1, 2, 5 — Е. А. Лоншакова [111]; 3 — Э. Н. Эрлиха [43]; 4 — Ю. М. Пузанкова [46].

проводившаяся «провалом вулкана» [23]. В XX в. происходили фреатические извержения в 1916, 1917, 1927, 1929, 1938, 1939, 1945, 1960 гг.

Гореловский вулканический комплекс (вулкан Горелый)

Комплекс представляет собой полигенное щитовое сооружение, сформированное излияниями главным образом базальтового и андезибазальтового состава. Оно расположено в плейстоценовой кальдере и образовано из нескольких перекрывающих друг друга стратоконусов и многочисленных локальных шлаковых конусов побочных прорывов. Подстилающими для вулканитов комплекса являются в основном среднелейстоценовые игнимбриты.

Размеры овала вулкана в плане 12×13 км, абсолютная высота его вершины 1829 м, относительная высота 800 м. Это хребтообразный массив с пологими склонами, бронированными лавовыми потоками. В его развитии выделяются две фазы: раннеголоценовая (Q_{IVg1}) и позднеголоценовая (Q_{IVg2}). Образования

поздней фазы представляют собой прекрасно выраженные потоки. На аэрофотоматериалах они отличаются от потоков ранней фазы более темным цветом. Тефрохронологические исследования показывают [23, 37], что, начав формироваться в позднем плейстоцене, вулкан пережил бурный рост 8—6 тыс. лет назад благодаря бурной эксплозивной деятельности (ранняя фаза). Затем (6—2,5 тыс. лет назад) был относительно спокоен. Поздний этап массовых лавовых излияний (поздняя фаза) начался 2000—2500 лет назад.

Тефра и лавовые потоки полностью заполнили дно кальдеры. Некоторые из них, перекрыв борт кальдеры, распространились за ее пределы на 15—20 км, заполнив долину р. Вулканная. Мощность потоков в узких долинах достигает 20 м. Потоки глыбовые, канатные, сложены чаще всего оливиновыми базальтами. В вершинной части вулкана наблюдается ряд кратеров диаметром в несколько десятков метров и такой же глубины (кратерные колодцы). В их стенках наблюдается переслаивание лав и шлаков.

Среди базальтов и андезибазальтов выделяются оливиновые, плагиооливиновые и плагиооливин-пироксеновые разновидности. Последние преобладают. В первых двух типах вкрапленники составляют 10—20 %, из которых 5—10 % представлены оливином. В послед-

Таблица 36

Химический состав пород гореловского вулканического комплекса
(вулкан Горелый)

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
1	406	48,74	1,35	19,12	9,57	0,56	0,18	4,38	9,51	2,59
2	427	50,72	0,53	20,85	2,13	7,48	0,16	4,13	9,67	2,61
3	738	51,58	0,71	18,46	2,80	6,89	0,03	5,50	8,66	1,67
4	1315	51,84	1,43	17,31	6,57	3,14	0,17	4,92	9,14	2,70
5	494	55,44	0,62	18,38	2,09	6,05	0,15	4,83	8,41	2,43

Окончание табл. 36

№ п. п.	Номер образца	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	п.п.п.	Сумма
1	406	0,66	0,38	—	—	—	—	2,01	99,05
2	427	1,24	—	—	—	—	—	Н. о.	99,52
3	738	0,52	0,29	0,02	—	0,19	1,85	—	99,17
4	1315	1,20	0,59	0,14	0,09	0,59	0,13	—	99,96
5	494	1,46	0,04	—	—	—	—	0,16	100,06

Примечание. 3, 5 — потоки; 1, 2, 4 — шлаковые конусы. 1—4 — базальты; 5 — андезибазальт. Образцы из коллекций: 1—3, 5 — Э. Н. Эрлиха [43]; 4 — Е. А. Лоншакова [111].

Химический состав базальтов верхнеавачинского вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	1730	47,66	0,94	18,66	3,15	6,24	0,08	8,28	8,99
2	298	49,6	1,04	15,58	5,01	5,69	0,18	10,58	8,25
3	11	50,30	1,00	16,71	4,45	5,27	0,17	8,10	9,31
4	4145	50,60	1,12	17,31	2,24	6,39	0,16	8,06	8,92
5	3355	50,90	0,90	20,04	2,80	6,48	0,19	5,20	8,13
6	539	52,48	0,95	16,94	3,01	6,29	0,185	8,02	8,30
7	2354	53,94	1,0	18,09	2,72	5,53	0,17	5,12	7,57
8	1014	54,70	0,89	18,31	3,62	5,20	0,17	3,95	7,68
9	1152-5	54,73	0,83	17,76	2,72	5,56	0,16	4,74	7,29
10	1007/1	55,62	1,21	17,14	2,91	4,71	0,12	5,48	7,40

Окончание табл. 37

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	1730	2,67	0,97	0,19	0,05	0,16	0,16	—	1,28	99,48
2	298	3,06	0,88	0,21	0,1	0,1	0,1	—	—	100,38
3	11	2,97	0,86	0,20	0,03	—	—	—	—	99,37
4	4145	3,40	1,02	0,30	0,03	0,35	0,06	—	—	99,96
5	3355	3,11	0,90	0,27	Н. о.	0,50	0,13	0,12	—	99,67
6	539	2,98	1,14	0,19	<0,03	—	—	—	—	100,48
7	2354	3,71	1,17	0,13	0,01	0,52	0,13	Н. о.	—	99,81
8	1014	3,40	1,05	0,21	0,05	—	—	—	—	99,23
9	1152-5	3,43	1,20	0,26	0,09	0,08	0,67	—	—	99,52
10	1007/1	3,56	0,96	0,19	0,10	0,43	0,10	1,0	—	100,93

Примечание. 1—6 — оливиновые базальты; 7—10 — оливиновые андезибазальты; 1, 2, 5, 6, 8 — р. Средняя Авача; 3 — падь Колодбище; 4 — гора Песчаная; 7, 9 — р. Левая Авача; 10 — падь Тимоновская. Образцы из коллекций: 1 — С. Е. Апрелькова [6]; 2, 3, 6, 8, 9 — В. В. Валова [73]; 4, 5, 7, 10 — Э. А. Химченко [144].

нем типе общее число фенокристаллов доходит до 50 % от объема породы, из них плагиоклаз составляет 30—35 %, пироксены — до 15 %, оливин — до 10 %. Из аксессуарных присутствуют апатит, рудный магнетит. В базальтах встречены включения переработанных пемз и игнимбринов из подстилающих пород [55].

Большинство пород комплекса относится к глиноземистым известково-щелочным базальтам калиево-натриевой серии (табл. 36). От базальтов мутновского комплекса гореловские отличаются повышенным содержанием K₂O и большим значением отношения K₂O/Na₂O. Корреляции комплексов методом условных средних [10] выявили значимые различия между ними.

На карте магнитного поля вулкан не имеет определенной характеристики. В гравитационном поле выражен высокоградиентной зоной северо-восточного простирания. Центр его проецируется на изогипсу мелового фундамента со значением около 2 км. Средняя плотность базальтов 2,57 г/см³, шлаков — 2,06 г/см³.

Инициальные извержения, приведшие к формированию вулкана, произошли во время второй фазы позднеплейстоценого оледенения [29]. Вулкан Горелый относится к действующим. За исторический период наиболее крупные извержения произошли в 1828—1832, 1929—1931, 1980—1981 гг. и имели эксплозивный характер.

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ГОЛОЦЕНОВОЙ БАЗАЛЬТОВОЙ ФОРМАЦИИ

К этой формации отнесены проявления ареального базальтового вулканизма: шлаковые конусы и лавовые потоки, приуроченные к тектоническим структурам, в пределах которых в конце позднего плейстоцена и в голоцене произошли глубинные подвижки, в результате которых образовались зоны растяжения. Основной объем базальтовых излияний приходится на голоцен. Лавовые потоки и шлаковые конусы перекрывают подвергнутые позднеплейстоценовой экзарации склоны и днища долин, хорошо различаются на аэрофотоматериалах благодаря первичным микроформам течения и темному фототону.

Южно-Валагинский район

Верхнеавачинский вулканический комплекс (Q_{IV}va)

Шлаковые конусы и поля потоков оливиновых базальтов и андезибазальтов тяготеют к зонам нарушений долин рек Средняя и Левая Авача, к оперяющим их разломам. Они распространены на площади более 1000 км². Общая площадь, занятая породами комплекса, едва превышает 100 км². Отмечаются как отдельные шлаковые конусы с единичными потоками, так и группы конусов, лавовые потоки с которых образуют поля площадью 20—25 км².

К таким образованиям относятся массив горы Песчаная, поля ареального вулканизма по правобережью Левого Авачи, на р. Вершинская. Шлаковые конусы, как правило, группируются в таких полях в цепочки или образуют компактные узлы, достигают высоты 100 м.

Встречаются и более крупные сооружения, представляющие собой слившиеся моногенные вулканы. Они возвышаются над лавовыми полями на 200—400 м, имеют диаметр до 3 км (гора

Химический состав базальтов тундровского и бархатного вулканического комплекса

№ п. п.	Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
1	—	49,09	0,90	16,48	5,41	5,17	0,19	7,79	12,00
2	89-1	49,60	1,06	16,81	6,76	3,28	0,18	8,31	9,25
3	155	50,78	1,05	17,23	5,48	4,34	0,18	7,26	8,75
4	38/1	50,65	1,08	17,48	3,36	6,90	0,17	7,27	8,70
5	1215	51,18	0,98	19,35	3,45	5,01	0,15	4,80	7,85
6	325	51,32	1,04	18,79	2,72	6,40	0,17	5,95	9,43
7	430	52,24	0,90	17,88	3,58	5,17	0,12	7,25	8,37

Окончание табл. 38

№ п. п.	Номер образца	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	CO ₂	Сумма
1	—	3,41	0,55	0,10	—	0,12	0,52	—	101,73
2	89-1	2,67	0,90	0,28	<0,1	0,20	0,68	<0,1	99,98
3	155	3,30	0,91	0,3	<0,1	0,05	0,35	<0,1	99,98
4	38/1	2,93	0,73	0,24	0,04	0,07	0,70	<0,05	100,32
5	1215	3,23	1,31	0,55	—	0,51	1,60	—	99,97
6	325	3,20	1,01	0,29	0,07	—	—	—	100,39
7	430	3,09	1,22	0,24	0,05	—	—	—	100,11

Примечание. 1 — тундровский комплекс, некк базальтов, район оз. Чаша; 2—7 — бархатный комплекс: 2—4 — шлаки, бомбы, 5—7 — потоки. 2, 4 — водораздел рек Паратунка—Левая Тополовая; 3 — междуречье Быстрая—Сельдевая; 5—7 — р. Карымшина. Образцы из коллекций: 1, 3 — В. С. Шеймовича [148]; 2, 4 — В. Я. Синицкого [136]; 5 — Е. А. Лоншакова [110]; 6, 7 — В. М. Зимица [97].

Песчаная). Сложены буро-красными шлаками и бомбами, вершины увенчаны блюдцеобразными кратерами с диаметрами 15—30 м и глубиной до 10 м. Лавовые потоки при ширине до 500 м имеют длину до 6 км. Они несут на своей поверхности типичные скульптуры течения: валы напора, провалы, пустоты. Во фронтальных и краевых частях — агглютированные кластолавы красного цвета мощностью от первых до нескольких десятков метров. Встречаются отдельные потоки (падь Сырыцын), связанные с дайкой-жерловиной мощностью 2 м, прорывающей субвулканическое тело тимоновского комплекса (плиоцен). В зальбандах этой дайки — ксенолиты вмещающих пород. Небольшой лавовый купол оливковых базальтов наблюдался на пади Колодбище. Его диаметр 200 м, высота 70 м, на его вершине находится кратер диаметром около 50 м и глубиной 50 м, заполненный водой. В случаях глубокой эрозии шлаковых конусов (достаточно редких) среди остатков шлакового конуса в его фундаменте наблюдалась дайково-силловая питающая система моногенного вулкана (р. Вершинская).

Среди базальтов преобладают оливковые разновидности, в которых вкрапленники (до 20 %) представлены преимущественно оливином, кристаллы которого часто окружены реакционными каймами клинопироксена.

По химическому составу (табл. 37) лавы комплекса соответствуют породам известково-щелочной умереннокалиевой серии. Составы базальтов варьируют от весьма глиноземистых до умеренноглиноземистых, отмечаются значительные колебания MgO.

Плотность пород от 2,16 до 2,93 г/см³ (средняя 2,64 г/см³), магнитная восприимчивость — (790—2100) × 10⁻⁶ ед. СГС, остаточная намагниченность — (4200—56 300) × 10⁻⁶ ед. СГС [73].

Авачинский район

Бархатный вулканический комплекс (Q_{IVbr})

В комплекс объединены многочисленные проявления ареального вулканизма, развитые по правобережью р. Паратунка, в ее истоках, в верховьях р. Карымшина, в бассейне р. Большой Виллой на площади около 1000 км². Это единая зона базальтового вулканизма, приуроченная к раздвиговой системе долины р. Паратунка. Общая площадь вулканитов около 100 км².

Шлаковые конусы в большинстве случаев хорошо сохранились, имеют правильную форму конусов высотой 150—200 м с диаметром основания до 1 км. Группы сближенных конусов образуют шлаковые поля до 6 км² (истоки р. Виллой, район оз. Тополовое). На вершинах шлаковых конусов сохраняются блюдцеобразные кратеры глубиной до 15 м. Длина лавовых потоков, отходящих от шлаковых конусов, до 4 км. Нередко они заполняют речные долины. Мощность лавово-шлаковых накоплений до 100 м.

Базальты представлены буровато-серыми породами с плитчатой отдельностью, пористой, массивной текстурами, мелкопорфировой структурой. Порфиновые выделения (5—7 %) представлены оливином, лабрадором и единичными зернами моноклинного пироксена. Структура основной массы интерсертальная, гиалопилитовая.

По химическому составу породы относятся к известково-щелочным базальтам и близки к верхнеавачинскому комплексу (табл. 38). Объемный вес шлаков 0,74 г/см³, удельный вес 1,99 г/см³, пористость 62,9 % [136].

Комплекс сформирован позднеплейстоценовой и голоценовой вулканической деятельностью, в результате которой была образована Южно-Камчатская зона ареального базальтового вулканизма [20], находящаяся в основном на территории смежного листа N-57-XXXII. На исследуемой территории вулканы комплекса закартированы по правобережью р. Мутная и на высоте 855 в междуречье Правая Асача—Левая Ходутка. Позднеплейстоценовые проявления отнесены к ранней фазе, голоценовые — к поздней.

Ранняя фаза (Q_{III}^{4tn}). Площадь поля вулкаников ранней фазы не превышает 8 км². Они слагают верхнюю часть высоты 855. В его центре препарируется обелиск базальтового некка, образованного сближенными вертикальными дайками широтного и меридионального простирания. Мощность даек 2—5 м, они прослеживаются на 200—300 м. Некк имеет диаметр около 400 м и высоту до 200 м. В его привершинной части дайки приобретают кирпично-красный цвет, в зальбандах они имеют кластолавовую шлаковидную корку мощностью 20—30 см. Центральная их часть сложена порфиоровыми базальтами, во вкрапленниках которых (около 15 %) присутствуют плагиоклаз, моноклинный пироксен и оливин. Основная масса интерсертальная.

Химический состав базальтов приведен в табл. 38.

Вокруг штока наблюдаются остатки трех разрушенных ледниковой экзарацией шлаковых конусов, сохранивших агглютинированные лапиллиевые скопления. С ними сопряжены довольно короткие (до 2 км) лавовые потоки оливиновых базальтов, спускающиеся в троговые долины рек Быстрая и Правая Асача. Суммарные мощности потоков могут достигать 100 м, поверхность их лишена первичных микроформ течения. Позднеплейстоценовый возраст определяется следами обработки их позднеплейстоценовым горно-долинным оледенением.

Поздняя фаза (Q_{IV}^{tn}). Проявления поздней фазы комплекса представлены базальтовыми потоками, спускающимися от полей шлаковых конусов северо-восточного подножия вулкана Асача по долинам рек Медвежья, Грибная (правобережье р. Мутная). Они перекрывают плейстоценовые игнимбриты, современные пойменные отложения. Протяженность их в границах листов 4—7 км, ширина от 1 до 2 км, мощность до 50 м. Сложены они плагиооливиновыми и оливин-пироксеновыми базальтами. Судя по сохранности первичных форм, они изливались в историческое время.

Гидротермальным и метасоматическим преобразованиям подверглись вулканы преимущественно субвулканических тел. Зоны измененных пород широко развиты, наиболее распространены пропилиты, в меньшей степени — аргиллизиты и аргиллизированные породы и разнообразные метасоматиты существенно кварцевого состава, среди которых наблюдаются кварцевые жилы и зоны окварцевания. Кроме того, в кратерах вулканов, на фумарольных и термальных площадках развиваются сольфатарно измененные породы.

Пропилитизированы почти все вулканы, особенно субвулканические тела среднего и основного состава, однако степень пропилитизации пород находится в зависимости от возраста и условий структурного нахождения пород. Наиболее интенсивной пропилитизации подверглись мезозойские и доплиоценовые вулканы, в которых такие процессы, как эпидотизация и альбитизация, проявлены повсеместно. В более молодых образованиях появление пропилитовой стадии приурочивается к зонам разрывных нарушений и имеет площадной характер лишь на интенсивно нарушенных участках (бассейн рек Мутновская, Китхой, бухты Вилючинская, Жировая, Фальшивая). В них всегда сохраняются реликты первичной структуры. Пропилитовая группа минералов представлена ассоциацией альбит—эпидот—карбонат—хлорит—пирит.

Аргиллизиты и аргиллизированные породы приурочены к мощным зонам тектонических нарушений (например, зоны широтного простирания в истоках р. Вилюча и на правобережье р. Асача). Параметры достигают значительных размеров — до 0,15×6,5 км. Эти породы находятся среди пропилитизированных пород, имеют кварц-гидрослюдисто-монтмориллонитовый состав без выраженной зональности.

Особую группу составляют пиритизированные породы. Зоны существенно пиритовых пород протягиваются на 5 км при ширине до 200 м (на северном берегу бухты Вилючинская). Пиритизация сопровождается окварцеванием пород, в которых отмечаются повышенные по сравнению с фоновыми содержания свинца, цинка, пониженные — молибдена.

На поздних стадиях гидротермального процесса формируются каолинит-кварцевые и адуляр-гидрослюдисто-кварцевые метасоматиты, которые часто сопровождают кварцевые жилы и зоны прожилкования золото-серебряных месторождений и проявлений.

Гидрослюдисто-кварцевые метасоматиты развиты в истоках рек Паратунка и Вилюча на субстрате субвулканических тел, где образуют участки площадью менее 1 км². Гидрослюды и кварц в них присутствуют в соотношениях от 1 : 6 до 2 : 3, постоянно присутствует монтмориллонит. Каолинит-кварцевые метасоматиты развиты в районе бухт Песчаная и Фальшивая, образуя участки длиной до 2,5 км. Они сложены каолинитом (30—50 %), кварцем

(до 70 %), присутствует серицит; рудные — пирит, лейкоксен, рутил.

Адуляр-гидрослюдисто-кварцевые метасоматиты отмечены в бассейне Мутновской в виде линейной зоны шириной до 300 м, развитой по субвулканическим телам среднего и основного состава. Они сложены агрегатом минералов, представленных адуляром, гидрослюдой, альбитом, карбонатом, хлоритом, лейкоксеном, пиритом, кварцем.

К сольфатарно-аргиллизированным породам относятся алунизированные, каолинитизированные, опалитизированные породы, локализованные в действующих и разрушенных кратерах вулканов, на термальных площадках многочисленных горячих источников. Они максимально развиты на Нальчевских, Дачных источниках, на площадках источников вулкана Мутновский, в истоках р. Мутновская. Участки их развития имеют площадь до 3,5 км². В районе термальных площадок преобладают процессы каолинитизации и алунификации. Сероносные опалитизированные и каолинитизированные породы закартированы в обширном кратере вулкана Мутновский.

Фумарольные изменения в эффузивно-пирокластических отложениях обуславливают развитие преимущественно каолинита, опала, цеолитов, алунита, гипса. Почти всегда вблизи фумарол породы превращены в глинистую массу. Большая часть пород днища кратера Мутновского вулкана замещена алунитом, опалом, каолинитом. Характерны возгоны самородной серы. Сольфатарная аргиллизация широко проявлена на термальных площадках Дачных источников у северного подножия вулкана Мутновский. Породы лимонитизированы, замещены в основном каолинитом с пятнистыми скоплениями и прожилками алунита. Поле сольфатарной минерализации характеризуется повышенным содержанием золота и серебра. Сольфатарно измененные породы истоков р. Мутновская отличаются значительно повышенным содержанием мышьяка, марганца, серебра и пониженным — меди и цинка.

Параметры и состав рудовмещающих зон гидротермально измененных пород рассмотрены в гл. «Полезные ископаемые».

ТЕКТОНИКА

Территория листов располагается на юге полуострова и традиционно рассматривается как зона перехода от структур с корой континентального типа к структурам с океанической корой. Она находится в двух структурно-фациальных зонах: Восточно-Камчатской и Центрально-Камчатской [21]. Южной Камчатке некоторыми авторами, во всяком случае на кайнозойском этапе ее развития, придается большая структурная автономия, она в значительной своей части считается продолжением Курильской островной дуги [47]. Малкинско-Петропавловская складчато-глыбовая зона в пределах рассматриваемой территории является шовной зоной между структурами Южной и Восточной Камчатки.

СТРУКТУРНЫЕ ЯРУСЫ

По степени дислоцированности и по типам естественных ассоциаций пород в вертикальном разрезе земной коры, доступном наблюдениям, выделяются три структурных яруса, разделенных резкими несогласиями.

К первому структурному ярусу отнесены образования допоздне-мелового возраста, ко второму — отложения поздне-мелового времени, к третьему — кайнозойские образования. Первые два яруса выходят на поверхность в Малкинско-Петропавловской зоне дислокаций и в Восточно-Камчатской зоне. Третий структурный ярус пользуется повсеместным распространением.

Первый структурный ярус обнажается в Ганальском выступе. Он сложен плагиогнейсами и амфиболитами ганальской серии, зелеными сланцами и филлитами стеновой серии, прорываемыми их палеозойскими (?) и раннемезозойскими (?) интрузивными телами и меловыми метаморфизованными вулканитами киргуропской свиты. Эти образования несут следы разновозрастных неоднократных пликтивных и дизъюнктивных дислокаций, разбиты на мелкие блоки, осложненные пологопадающими нарушениями, отмечаются изоклинные флексуобразные складки. Их ориентировка соответствует поверхности сместителей разрывных нарушений. Все это обуславливает чешуйчатое строение образований яруса. На правобережье Правой Вахталки наблюдается субгори-

зонтальная чешуя. Она имеет крутые залегания слоев (60—70°) при пологом залегании ее подошвы. Крутопадающие тектонические разрывы сопровождаются зонами милонитизации и катаклаза, локальным смятием. Для пологих нарушений типично явление будинажа метаморфогенных кварцевых жил и прожилков и мало-мощных прожилков амфиболитов среди плагиогнейсов. Плотность пород колеблется от 2,70 до 2,90 г/см³. Выходы яруса характеризуются положительными аномалиями ΔT_a и Δg . На большей части территории глубина кровли яруса от дневной поверхности варьирует от 3 до 5 км, достигая 7 км в долине р. Китхой [148].

На значительных по площади участках при плотностном моделировании кровля нижнего яруса не устанавливается, что объясняется как результат деструкции фундамента вулканических зон. Такие участки выделены в бассейне истоков Авачи (более 1200 км²), в истоках Паратунки, под Ахотенским гранитоидным массивом. В плане эти участки совпадают с участками деструкции второго структурного яруса, уступая им в размерах.

Второй структурный ярус сложен верхнемеловыми образованиями никольской и тальниковской толщ. Структурное несогласие с нижним ярусом предполагается по резкому отличию метаморфических преобразований. В блоках Авачинского горста породы яруса смяты в узкие изоклинальные складки северо-западного простирания. Осевая их плоскость наклонена на северо-восток. Породы интенсивно эпидотизированы, хлоритизированы и цеолитизированы.

Выходы образований второго яруса на поверхность характеризуются резко отрицательными значениями ΔT_a . На карте локальных аномалий силы тяжести они образуют цепь слабых максимумов. Среднее значение плотности 2,65 г/см³. Мощность образований отложений по данным плотностного моделирования [148] колеблется от 2 до 8 км. Под кайнозойскими вулканическими комплексами с широко развитыми субвулканическими телами питающей вулканической системы структуры яруса не прослеживаются. Видимо, это связано с его разрушением при движении магматических масс к поверхности. Особенно значительна деструкция яруса в районах развития тимоновского, китхойского, гаванского, ахотенского, юшинского вулканических комплексов, где второй ярус замещен телами питающих вулканических систем на площадях, равных площади комплексов.

Третий структурный ярус объединяет полифациальные вулканические, интрузивные и вулкано-терригенные образования эоцен-четвертичного возраста. Формировавшиеся на протяжении столь длительного времени, они объединены в одно структурное подразделение, так как в целом образуют единый структурно-вещественный комплекс, для которого характерна островодужная обстановка становления, осложненная на позднем этапе явлениями рифтогенеза. В нем выделяется не менее трех подъярусов.

Нижний подъярус объединяет эоцен-миоценовые образования, средний — плиоцен-нижнеплейстоценовые и верхний — плейстоцен-голоценовые.

Островодужная обстановка накопления структурно-вещественного комплекса, при которой в морских условиях аккумуляровались осадочные отложения, а в субаэральных — вулканические, обусловила двойственность его структурных преобразований: осадочные отложения формируют складчатый покров, а вулканические комплексы имеют блоковое строение и сопряжены с глубокими частями коры посредством субвулканических тел — маркеров вулканических каналов. При формировании структурного яруса произошло многократное инъецирование разновозрастных субвулканических фаций не только в более нижние структурные ярусы, но и в структуры более ранних вулканических образований. При этом нарушилась целостность фундамента кайнозойской вулканической зоны. Эти обстоятельства усугубляют условность выделения структурных подъярусов.

К нижнему подъярусу относятся структуры отложений приостровного шельфа (эоцен-миоценовые отложения) и миоценовой андезитовой формации. Первым присущи пликвативные дислокации, вторым — блоковые дизъюнктивные. Интенсивность складчатых дислокаций неравномерна. Породы васильевской толщи имеют крутое залегание (до вертикального), простираются они согласно ограничивающим выходы тектоническим нарушениям, что придает блокам узкопризматическую форму в плане. Небольшие блоки васильевской, пресновской толщ и тюшевской серии находятся в аллохтонном залегании. В целом же отложения более молодых, чем васильевская, толщ смяты в пологие складки с падением на крыльях до 15—20° и размахом крыльев в несколько километров. В приразломных зонах отмечаются крутые (до 60°) залегания пород. Часть отложений подверглась воздействию субвулканических тел, которые при внедрении вытесняли блоки осадочных пород, дробили и замещали их. В междайковых пространствах осталась лишь их малая часть. Вулканические комплексы подъяруса лишь в малой степени сохранили эффузивно-пирокластические фации. Залегание покровов обычно пологое. Тем не менее востречены следы интенсивных смещений, в том числе и пологих. В обрывах Авачинской губы отмечен будинаж туфов завойковского вулканического комплекса. Блоки, на которые разбиты вулканические и гипабиссальные комплексы, имеют полигональные очертания, их площади варьируют в широких пределах — от долей до десятков квадратных километров. Это объясняется сопряженностью внедрения микрофаз субвулканических тел с образованием тектонических разрывов. Мощность подъяруса достигает 2 км, а питающие вулканические системы прослежены при плотностном моделировании до глубин 8 км.

Средний подъярус объединяет образования плиоцен-нижнеплейстоценовых вулканических комплексов и представляет собой сочетание структур, сформированных эффузивно-пирокластически-

ми и инъекционными субвулканическими фациями. Покровные фации в значительной мере сохранили первичную морфологию, отмечаются периклинальные залегания пластов, согласные с наклоном склонов (киркинайский, гаванский, китхойский, жировской и другие вулканические комплексы). Субвулканические тела чаще всего тяготеют к центральным или осевым частям вулканических комплексов, которые имеют в плане изометричные формы с диаметрами от 15 до 40 км. Разнонаправленные разрывные нарушения придают крупным субвулканическим телам структуру битой тарелки. Площади, занимаемые ими, в тимоновском и китхойском комплексах превышают 1000 км². При плотностном моделировании они прослеживаются до глубин 8 км и пронизывают структуры двух нижних ярусов. Плотности субвулканических тел близки к плотностям пород этих ярусов. С телами нередко совпадают локальные максимумы силы тяжести. Магнитное поле над ними не обнаруживает определенных закономерностей. Пликвативные дислокации для покровных фаций не характерны и отмечались лишь в местах пересечения покровов дайками.

К верхнему структурному подъярису отнесены плейстоценовые (начиная со среднего плейстоцена) и голоценовые вулканические комплексы и рыхлые четвертичные отложения, заполняющие отрицательные формы рельефа. Эти образования практически не дислоцированы. Вулканические комплексы представлены в большинстве случаев стратовулканами (кроме тех, где они сформированы ареальным экструзивным базальтовым вулканизмом или связаны с кальдерообразованием), часть из которых — Корякский, Авачинский, Горелый, Мутновский — действующие вулканы. Они лишь в малой степени затронуты дизъюнктивными дислокациями. Тела их питающих систем вскрыты эрозией лишь в малой степени и представлены дайками и экструзиями.

Мощность чехла рыхлых отложений колеблется от нескольких до сотен метров и находится в зависимости от интенсивности тектонических движений в конкретной структуре. Максимальные мощности (более 500 м) известны в скважинах, пройденных в Авачинском грабене. Значительные мощности (около 300 м) отмечены в узких щелеобразных структурах Авачинского горста у пос. Сероглазка. Мощность рыхлых осадков в грабенообразных долинах Паратунки, Авачи, в прибрежной полосе Авачинского залива превышает 100 м. Верхний подъярус не покрывает территорию сплошным покровом. Вулканы, их звенья находятся на расстоянии десятков километров друг от друга. Структуры верхнего подъяруса находятся в стадии становления.

ОСНОВНЫЕ НЕОСТРУКТУРЫ РАЙОНА

Положение территории в области, переходной от континента к океану, обусловило ее нестабильность, высокую магматическую, сейсмическую, вулканическую активность.

Неоструктура территории предопределена ее геодинамикой в позднем кайнозое с конца неогена и в антропогене. Главные геодинамические системы района связаны с его окраинно-континентальной позицией в непосредственной близости от выхода на поверхность сейсмофокальной зоны, которая интерпретируется как зона субдукции. Все неотектонические движения, обусловившие структуру региона, непосредственно связаны с формированием Центрально-Камчатской рифтовой системы [53]. По данным И. К. Рундквист [148], полученным в результате автоматизированной обработки космических снимков, тектонические разломы территории к востоку от Центрального рифта являются опережающими левосдвиговой зоны и служат основой выделения блоковых структур.

Структурами первого порядка являются: Южно-Валагинская и Южно-Камчатская блоковые зоны и Малкинско-Петропавловская складчато-блоковая зона.

Южно-Валагинская зона занимает практически всю территорию листа N-57-XXI. Южная граница структуры проходит по зоне нарушения, имеющего региональный характер. Географически она простирается вдоль Авачинско-Корякской вулканической группы (тяготея к ее южным склонам) на северо-запад к долине Правой Авачи. Она прекрасно выражена в геофизических полях — магнитном и гравитационном — системами отрицательных аномалий. Ширина пограничной зоны не менее 10 км.

Особенностью собственно Южно-Валагинской зоны является отсутствие ориентировки в блоковой структуре: меридиональные блоки сочетаются с северо-западными и северо-восточными. В ее строении принимают участие образования среднего и верхнего структурных подъярусов третьего яруса — вулканические комплексы андезито-базальтовой и более молодых формаций. Лишь в зоне междуречья Левая Авача—Средняя Авача—Кавыча на поверхность выведены блоки второго яруса, а по левобережью р. Гаванка (приток р. Левая Жупанова) отмечаются образования нижнего подъяруса третьего яруса.

Особенностью зоны является тектоническое ограничение плиоценовых вулканических комплексов. Они разделены разрывными нарушениями, совпадающими с долинами основных водотоков: Правая Авача, Левая Авача, Гаванка, Дзэндзур. Каждый блок имеет полигональные очертания. С контурными нарушениями сопряжены опережающие разломы, частота которых сгущается в центральных частях блоков, где обнажаются субвулканические интрузии. Обычно эти части блоков представляют собой горстовые поднятия по отношению к их периферии с амплитудой взброса 300—400 м (согласно палеовулканическим реконструкциям). Характеризуемые нарушения, разграничивающие блоки, имеют, видимо, значительные вертикальные параметры, так как они являются магмоводами для базальтов современного верхнеавачинского вулканического комплекса. Об усилиях растяжения по зонам этих разломов свидетельствуют не только излияния базальтов, выходы термальных

источников, но и грабенообразные долины рек Средняя Авача, Гаванка, Кавыча, Налычева, осложняющие куполообразную в целом структуру междуречья Авача—Кавыча—Налычева—Левая Жупанова.

Небольшие плейстоцен-голоценовые стратовулканы Бакенинг и Вершинский приурочены к участкам пересечения нарушений и не образуют выраженной вулкано-тектонической структуры. Этого нельзя сказать о плейстоцен-голоценовом купольном комплексе, сформированном экструзиями, экструзивными вулканами, которые сгруппированы в узкую полосу северо-восточного простирания, наложенную на более древний структурный план. Вулканоструктура приурочена к Жупановскому разлому [64] и контролирует положение термальных источников и месторождений горячих вод.

Значительных следов горизонтальных движений в пределах данной блоковой зоны не обнаружено. Лишь в ее северо-западной части по левобережью р. Гаванка отмечен блок тюшевской серии в аллохтонном залегании.

На карте локальных гравитационных аномалий структура выглядит как знакопеременное поле, где максимумы в целом совпадают с осевыми и центральными частями блоков — комплексов. На карте магнитного поля большая часть площади структуры совпадает с нейтральными или отрицательными зонами. Лишь осевая часть тимоновского блока совпадает с максимумом значений ΔT_a .

Малкинско-Петропавловская складчато-глыбовая зона занимает площадь листа N-57-XXVII и юго-западную часть листа N-57-XXI. В отличие от Южно-Валагинской зоны она имеет довольно отчетливую северо-западную ориентировку блоков и линейностей. Простирание структур подчеркивается северо-западной полосой Авачинского горста, сложенного мезозойскими образованиями. Несомненно, что структуры, относимые к Ганальскому антиклинорию, Авачинской вулкано-тектонической депрессии [6], принадлежат к системе Малкинско-Петропавловской зоны. В ее границах выведены на поверхность образования всех структурных ярусов. Все они, за исключением среднего и верхнего подъярусов третьего яруса, формируют горстовые поднятия. Первый ярус образует Ганальский выступ. В границах листов он представляет собой блок, ограниченный взбросами широтного и северо-западного простирания, среди вулканитов неогенового вахталкинского вулканического комплекса. За пределами выступа образования этого яруса в долине Авачи быстро погружаются до глубины 4—5 км. К югу погружение идет более полого, и такие глубины отмечаются по геофизическим данным [148] лишь в районе Южно-Быстринского хребта.

Образования второго структурного яруса формируют протяженный Авачинский горст. На карте кровли мезозойского фундамента [148] горст представляет собой выступ северо-западного простирания шириной от 8 до 15 км, возвышающийся над днищами смежных грабенов на высоту 1,5—1,7 км. Поверхность горста интенсивно расчленена, особенно в его юго-восточной части. Рядом

с естественными выходами мезозойских отложений скважины 29 и 33 вскрывают их на глубинах до 1,5 км. Поэтому можно предполагать, что часть выходов второго яруса находится в аллохтонном залегании. Это подтверждается наличием серпентинитового меланжа, зон расчешуивания и надвиговых структур на северном и восточном берегах Авачинской губы и в районе гор Раковая и Петровская.

В пределах рассматриваемой зоны рельеф кровли мезозойского фундамента в целом сохраняет северо-западные простирания своих элементов: поднятий и ложбин, ширина которых 5—10 км, а длина 20—40 км. Глубина залегания кровли в ложбинах достигает 2,4 км. Под Авачинско-Корьякской группой вулканов наблюдается погружение кровли мезозойских образований. Депрессия имеет изометричные очертания. Ее диаметр по изобате 2 км около 20 км.

В целом же план мезозойских структур лишь частично совпадает с простиранием структур третьего структурного яруса. Структуры нижнего подъяруса этого яруса нарушены молодыми движениями, тем не менее реконструируется горст-антиклиналь, простирающаяся в северо-западном направлении от междуречья Вилюча—Большая Саранная к Среднему Ручью. В осевой части этой блоково-складчатой структуры наблюдается узкий горстовый блок васильевской толщи. К нему примыкают блоки, сложенные отложениями вичаевской серии.

Южнобыстринская и завойковская вулкано-плутонические ассоциации не сохраняют своей первичной вулкано-тектонической структуры. Для полей их развития присуще мозаично-блоковое строение. В отличие от них структуры среднего подъяруса, сложенные исключительно вулканическими комплексами плиоценового и эоплейстоценового возраста, сохраняют особенности первичных вулканических структур: пологие залегания покровов, купольные поверхности экструзий. Карымшинский комплекс занимает Банно-Карымшинскую депрессию, возможно, имеет вулканотектоническую природу, обусловленную игнимбритообразующими извержениями и ареальной экструзивной деятельностью. Большинство комплексов плиоценовой андезито-базальтовой формации приурочено к разрывам северо-западного простирания, служившими магмоводами.

Образования верхнего структурного подъяруса в характеризующей зоне заполняют молодые отрицательные структуры, имеющие отчетливый наложенный характер. Они сопряжены с развивающимся Центральным-Камчатским рифтом. Формирование грабенов долин рек Паратунка, Левая Быстрая, а также депрессии долины Авачи обуславливает движение блоков на восток. И. К. Волчанская называет их «структурами отседания» [148]. При этом формируются глубокие расколы, с которыми связаны магматические проявления. Не случайно ареальные излияния базальтов голоценового бархатного комплекса приурочены к Паратунскому грабену.

Общий структурный план Малкинско-Петропавловской зоны определяется нарушениями северо-западного и субширотного направлений. Северо-западные нарушения являются трансформными [53] по отношению к региональному левостороннему сдвигу, а субширотные сопряжены с Центральным рифтом. Эти две системы выделены при автоматизированной обработке космоснимков. По широтной системе происходит отседание блоков на восток в раме северо-западных линеаментов. Из значительных вулканических структур верхнего подъяруса нужно упомянуть Авачинско-Корякское звено, приуроченное к тектонической пограничной зоне.

Малкинско-Петропавловская зона имеет отчетливые геофизические границы в магнитном и гравитационном поле. Наиболее ярко она выделяется в магнитном поле, в котором обе границы структурной зоны подчеркиваются полосами отрицательных аномалий, а площадь самой структуры характеризуется положительными значениями. Судя по геофизическим данным [74], структура прослеживается на юго-восток в дне Авачинского залива.

Южно-Камчатская блоковая зона, представляющая собой в геодинамическом отношении Курило-Южнокамчатскую внутреннюю островную дугу [47], в границы карты входит своей северо-восточной частью — площадью листа N-57-XXXIII. Структурный план зоны имеет отчетливое северо-восточное направление. Основными ее структурами являются Прибрежный горст и сопряженный с ним Южно-Камчатский грабен (грабен-синклиналь по [62, 64]).

В пределах зоны на поверхность выведены лишь образования третьего структурного яруса. По комплексу геофизических данных [148] кровля первого структурного яруса фиксируется на глубинах от 4 до 7 км. Глубина ее залегания имеет тенденцию увеличиваться в западном направлении. В районе Ахотенского массива верхняя граница этого яруса не устанавливается. Кровля второго яруса (верхнемеловых отложений) находится на глубинах от 0,5 до 2 км, и рельеф ее в целом согласен с поверхностью первого яруса. При наличии валобразных поднятий и ложбин север-северо-восточного простирания поверхность яруса погружается в западном направлении. На площади проявления миоценовой андезитовой формации (нижний подъярус третьего яруса) кровля второго яруса не устанавливается практически на площади всего Прибрежного горста. Неоструктура Южно-Камчатской зоны подчеркивается соотношением подъярусов третьего яруса. Образования нижнего подъяруса формируют блоковую структуру Прибрежного горста, сложенного ахотенской вулканоплутонической ассоциацией и юшинским вулканическим комплексом.

В пределах Южно-Камчатского грабена нижний подъярус сложен вулканотерригенными морскими осадками эоцен-миоценового возраста, формирующими в бассейнах рек Мутновская, Мутная и Асача горст-антиклинальную структуру, осложненную субвулканическими интрузиями и разрывами.

Средний структурный подъярус сформирован плиоцен-эоплейстоценовыми вулканическими комплексами: вичаевским, жировским, веселовским, острогорским, в значительной мере сохранившимися элементами первичных вулканических структур (естественные периклиналы склонов, ненарушенное соотношение субвулканических и покровных фаций). Комплексы образуют цепь по оси антиклинальной структуры, приурочены к разлому-магмоводу, к зоне которого тяготеют золото-серебряные месторождения, естественные выходы парогидротерм. Протяженность цепи около 60 км, ширина около 20 км, относительная высота над фундаментом (кровлей нижнего подъяруса) достигает 1000 м.

Верхний структурный подъярус представлен коротким вулканическим Гореловско-Мутновским вулканическим звеном и рыхлыми отложениями, заполняющими грабены долины рек Мутная и Асача. Вулканическое звено плейстоцен-голоценовых вулканов объединяет довольно разнородные образования. Вулкан Мутновский — типичный стратовулкан, вулкан Горелый представляет собой щитовую постройку, расположенную в крупной кальдерной депрессии диаметром 12×13 км. С кальдерой совмещается локальный минимум силы тяжести, Мутновский вулкан характеризуется интенсивным максимумом. Вулканы принадлежат к различным тектоническим блокам, которые разделены глубинным нарушением, отчетливо прослеживаемым в наблюдаемом поле силы тяжести по градиентной зоне Δg северо-восточного простирания.

Примечательной чертой современной структуры Южной Камчатки является сформированная в голоцене Южно-Камчатская зона ареального базальтового вулканизма, крупнейшая на полуострове среди ареальных базальтовых зон. Она сформирована в результате усилий растяжения [20] в тылу выдвигающегося на юго-восток блока земной коры. Площадь блока в целом совпадает с площадью листа N-57-XXXIII, которая входит в геодинамическую систему современного отседания (по аналогии с зоной отседания Авачинского района). Блоки горы Мутная, хр. Асача, горы Юшинская, ограниченные с запада депрессиями долин рек Мутная, Асача, Правая Асача, образуют восточный фланг этой системы. Исследованиями на акватории [74] в зоне континентального склона устанавливаются ослабленные зоны, параллельные береговой линии. На самом же шельфе проявлены разрывные нарушения субширотного и меридионального простирания. Эта ситуация подтверждает общую геодинамическую картину.

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И СЕЙСМИЧНОСТЬ

Современная глубинная структура территории определяется ее положением относительно Курило-Камчатского глубоководного желоба и сейсмофокальной зоны. Глубоководный желоб параллелен Тихоокеанской береговой линии и расположен в 200—220 км от берега. Сейсмофокальная зона под углом около 57° погружается в

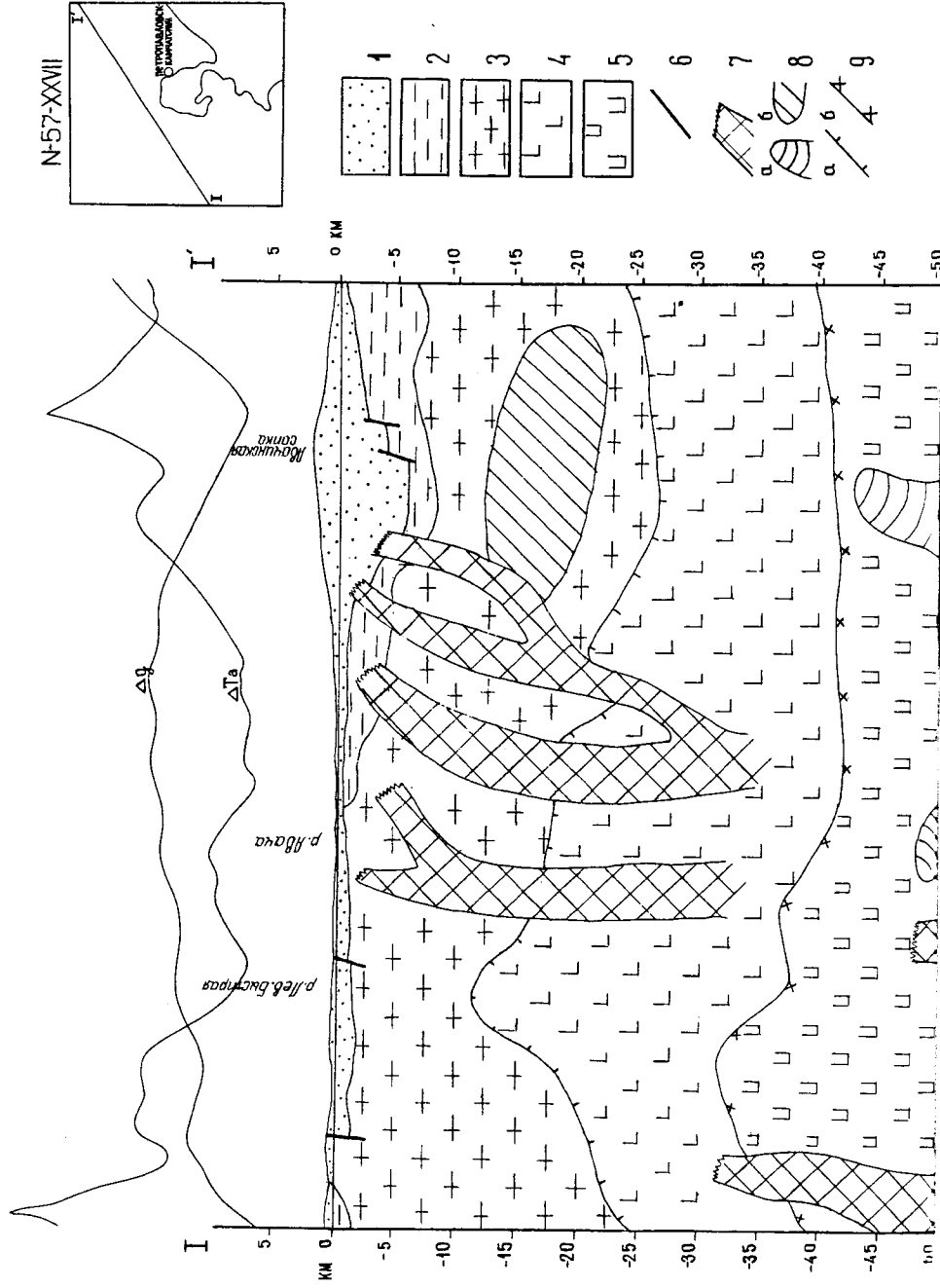


Рис. 5. Геолого-геофизический разрез по профилю I—I' по профилю [116] (положение профиля указано на схеме-врезке).

1—4 — земная кора, 1—3 — верхняя кора, 1—3 — кайнозойский вулканогенно-осадочный чехол, 2 — верхнемеловые складчатые образования, 3 — доверхнемеловой магметаморфический слой, 4 — нижняя кора (габброидного состава); 5 — верхняя мантия (ультраосновного состава); 6—7 — разломы; 6 — по сейсмическим данным, 7 — по данным магнито-теллурического зондирования; 8 — предполагаемые зоны частичного плавления (а — в верхней мантии, б — в земной коре); 9 — сейсмические границы обмена (а — связываемая с разломом Конрада, б — связываемая с разломом Мохоровичича).

северо-западном направлении. Средняя ширина зоны 30—40 км [22, 49]. Вся площадь суши (в границах листов) расположена между изобатами ее меридианной плоскости 90—200 км. Выход ее на поверхность дна находится в 30—40 км восточнее береговой линии. Ширина выходов всей фокальной зоны равна 80—90 км. Область максимальной сейсмичности находится под континентальным склоном океанического дна на глубинах 0—40 км от его поверхности, где отмечено около 80 % гипоцентров всех землетрясений.

На позднейших картах сейсмического районирования [54] рассматриваемая территория попадает в область 8- и 9-балльных землетрясений. Граница между ними проходит, пересекая вкрест простирания основные неоструктуры в северо-восточном направлении от северного подножия вулкана Горелый по восточному борту р. Паратунка и далее на северо-восток через вулкан Корякский. Площадь суши к востоку от этой границы — область 9-балльных землетрясений, а площадь акватории — 10-балльных. Земная кора имеет структуру, типичную для коры зоны перехода от океана к континенту («кора переходного типа»). Ее мощность рассчитывается по сейсмическим данным. Согласно первому, более старому варианту интерпретации, ее мощность меняется от 20 км вблизи океанского побережья до 30 км у западной границы территории. Поверхность М плавно погружается в северо-западном направлении [24].

Более сложно глубинное строение территории интерпретируется по результатам комплекса геофизических методов, использованных при исследовании земной коры в последние годы [116]. Предполагается, что верхняя мантия до глубины 100 км имеет неоднородное блоковое строение. При плотностном моделировании выделяются эклогитовые и перидотитовые блоки и зоны уплотнения, рассматриваемые как глубинные тектонические нарушения. Относительно легкие мантийные блоки тяготеют к современной береговой океанской зоне. В земной коре, мощность которой на данной территории достигает 40 км, выделяется верхняя и нижняя кора (рис. 5). К нижней коре отнесена зона с промежуточными характеристиками мантии и коры, выделяемая ранее С. Т. Балестой как промежуточный слой [8]. Ее мощность достигает 20 км. Под Южно-Быст-

ринским хребтом ее кровля находится на глубине 13 км, под Авачинским вулканом — 20 км. Верхняя кора включает кайнозойский вулканогенно-осадочный чехол мощностью до 5 км, верхнемеловой промежуточный комплекс (до 12 км) и магмометаморфический слой [116] гранитоидно-сланцево-гнейсового состава. Его мощность варьирует в пределах 10—20 км. Под Авачинско-Корякской группой предполагается мощная зона разуплотнения (рис. 5).

РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

Разрывные нарушения широко развиты на площади работ, и их густая сеть отражает деструктивный характер современной геодинамической системы подвижной области. Большинство из них имеет древнее происхождение, но испытали напряжение и подвижки в позднем кайнозое, благодаря чему нашли свое отражение в рельефе и дешифрируются на космо- и аэрофотоматериалах. Часть основных нарушений находит свое отражение в геофизических полях.

Разломы северо-западного направления, ограничивающие Малкинско-Петропавловскую зону блоковых дислокаций, определяют неструктурный рисунок территории. Они выражены в магнитном поле и поле силы тяжести протяженными аномалиями, градиентными зонами. Там, где они обнаружены (их азимут простирания 330°), наблюдаются мощные зоны дробления и милонитизации мощностью в десятки и сотни метров. Именно так выражены разломы, ограничивающие блок васильевской толщи в междуречье Левая Быстрая—Правая Быстрая, разломы, разделяющие ганальскую и стеновую серии. Эти тектонические нарушения в разное время служили зонами сдвигов и растяжения, проницаемыми для рудоносных гидротермальных растворов.

Карта Южно-Валагинского района характеризуется густой сетью разрывных нарушений, среди которых преобладают нарушения диагональных простираний, сопряженных с субмеридиональными. Последние ограничивают долины Средней илевой Авачи, а по оперяющим их разломам северо-западного и северо-восточного простираний ограничены тела питающих вулканических систем крупнейших комплексов территории — тимоновского и китхойского. К этим нарушениям приурочены зоны окварцевания, проявления сульфидной минерализации, выходы термальных источников. К меридиональным расколам тяготеют современные излияния базальтовых потоков. Разломы имеют характер вертикальных расколов, лишь по левобережью р. Гаванка и на р. Вахталка закартированы аллохтонные чешуи — свидетели надвигов.

Малкинско-Петропавловская глыбовая зона сформировалась благодаря проявлению движений по нарушениям практически всех направлений, сопряженных с разломами определяющего северо-западного простирания. Наиболее молодой системой нарушений

является субширотная, связанная с субмеридиональными грабенами долин Паратунки илевой Быстрой. Субширотные разломы имеют сдвиговый характер, а сопряженные с ними субмеридиональные нарушения относятся к расколам. С ними связаны излияния современных базальтов, выходы термальных вод.

В Южно-Камчатской блоковой зоне сходная ситуация обусловлена тем, что на диагональную систему разрывных нарушений наложен ряд субширотных тектонических зон, вдоль которых заложены долины Асачи, Мутной. Типичная структура отседания (по И. К. Рундквист [148]) сформировалась по нарушению долины Правой Асачи. Более древние разломы северо-восточного и северо-западного простираний являются рудоконтролирующими, к ним приурочены месторождения Асачинское, Мутновское, Родниковое, выходы термальных источников.

ТЕКТОНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Эти образования сопряжены с тектоническими взбросами, сдвигами и надвигами, к ним относится и впервые выделенный для этой территории серпентинитовый меланж. Большая их часть представляет собой широко развитые в пределах массивов мезозойских пород в районе г. Петропавловск-Камчатский тектонические брекчии и милониты, пронизанные прожилками и жилами карбонатного и кварц-карбонатного состава. Брекчии прослеживаются вдоль нарушений на сотни метров при мощности в десятки метров. Мощные зоны брекчирования ограничивают блоки васильевской свиты в бассейне ручьев Васильевский и Средний, где они прослеживаются на расстояния до 3 км при мощности до 100 м. Площадное развитие зон брекчирования среди пород никольской толщи позволяет предположить, что мезозойские отложения участвуют в строении тектонического покрова.

В основании предполагаемого аллохтона в береговом обрыве Авачинской губы южнее мыса Санникова на протяжении 500 м прослежен серпентинитовый меланж. Он обнажен под пологой зоной брекчированных долеритов, фиксирующей надвиг. Под ней обнажаются на высоту до 10 м брекчии серпентинитов, иногда серпентинитовые милониты голубовато-серого цвета. Среди брекчий и милонитов сохранились блоки монолитных черных серпентинизированных пород размером от сантиметров до 5 м. Кроме них, брекчии включают долериты, габбро-долериты, базальты. Размеры таких включений от сантиметров до 5 м. Часть из них имеет пластообразную форму и секущие отношения с серпентинитами. Они представляли собой дайки, в настоящее время это метасоматически измененные породы, замещенные в значительной степени пренитом и карбонатом. Они занимают около 25 % этого хаотического комплекса, который можно отнести к разряду мономиктовых меланжей основания офиолитовых покровов [36, с. 55].

Вулканические структуры формировались в разные этапы геологической истории района. Миоценовый этап вулканизма привел к образованию андезитовой вулканической формации. Вулканические комплексы этой формации выстраиваются в два звена, сопрягающиеся друг с другом в дугообразную цепь: Ахонтенское звено (юшинский и ахонтенский комплексы) и Южно-Быстринское звено (завойковский и южнобыстринский комплексы).

Плиоценовая вулканическая деятельность, сформировавшая комплексы, относящиеся к андезито-базальтовой формации, в основном проявлена в Южно-Валагинском районе. Отсутствие ясно выраженного простираения, неупорядоченность в расположении комплексов, вероятно, отражает мозаично-блоковую структуру мезозойского фундамента вулканической зоны и позволяет выделить здесь крупную вулканическую структуру центрального типа. В Авачинском районе вулканические комплексы этой формации — вахталкинский, седловский, крашенинниковский приурочиваются к северо-западным нарушениям.

На Юго-Восточной Камчатке (в Южно-Камчатском районе) в плиоцене и эоплейстоцене образуется Ильинская вулканическая цепь северо-восточного простираения. Центры вулканических комплексов проецируются на градиентную зону Δg , фиксирующую глубинный магмопроводящий разлом.

Крупнейшей на юге полуострова вулканической структурой, в пределах которой сконцентрирована плиоцен-эоплейстоценовая риодацитовая формация (карымшинский комплекс), является Карымшинская депрессия. В границах листов карты находится ее восточный фланг. С ней совпадает Толмачевский гравитационный минимум [64]. Согласно результатам плотностного моделирования, с карымшинской структурой на глубине совпадает зона разуплотненного магмометаморфического слоя, в ее пределах концентрируются эпицентры мелкофокусных землетрясений с параметрами вулканических землетрясений [116]. Эти факты, возможно, говорят в пользу существования корового очага в пределах Карымшинской структуры. Возможно, средне-верхнеплейстоценовый толмачевский кальдерный комплекс, который занимает часть Карымшинской депрессии, и представляет собой позднюю фазу развития корового магматического очага.

В Южно-Валагинском районе крупными вулканическими структурами являются цепи вулканов и куполов андезитового и дацитового состава, относимых к купольному комплексу (плейстоцен), которые приурочены к Жупановскому разлому и протягиваются вдоль него в северо-восточном направлении более чем на 50 км. Структура купольного комплекса стыкуется с Авачинско-Корякским звеном северо-западного простираения, протягивающимся на 40 км. Центры вулканов этого звена проецируются на северную тектоническую границу Авачинского грабена. В Южно-Камчатском рай-

оне к подобной структуре можно отнести звено вулканов Горелый—Мутновский.

В глубинном строении вулканических зон выделяются два этажа: верхний и нижний (см. разрезы к структурно-формационной схеме). Верхний этаж объединяет наземные покровные фации и субвулканические тела, внедрившиеся в покровные образования. Мощности этого этажа для плиоценовых и антропогеновых формаций колеблются от нескольких сот метров до 2 км. Нижний этаж исследовался до глубин 1—2 км ниже палеодневной поверхности визуально (жировской, тимоновский комплексы), в незначительной степени бурением и до глубин 5—8 км — комплексом геофизических методов при плотностном моделировании. Устанавливается, что тела, маркирующие питающую вулканическую систему, образуют интрузии, которые по площади сравнимы с площадью развития покровных фаций. Они заняли пространство в основном второго структурного яруса и нижнего подъяруса третьего яруса. При вулканическом процессе магматические массы активно воздействуют на породы субстрата, разрушая, дислоцируя и вытесняя их. Таким образом, нижний структурный этаж включает в себя как магматические тела, так и дислоцированные образования субстрата, оставшиеся невытесненными на поверхность. Некоторые особенности физических полей над вулканическими центрами нельзя объяснить без привлечения механизма подъема блоков первого структурного яруса или даже верхней мантии. В других случаях возникает необходимость предположить наличие зон разуплотнения (см. разрезы к структурно-формационной схеме).

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Положение проявлений и месторождений рудных полезных ископаемых и парогидротерм среди площадей гидротермально измененных пород контролируется разрывными нарушениями и структурами вулканических зон. В Южно-Валагинском районе все золото-серебряные проявления приурочены к разломам, контролирующим субвулканические тела плиоценовых вулканических комплексов, а выходы термальных источников приурочены к ним же и к Жупановскому разлому, вдоль которого развита полоса экстрезивного вулканизма купольного комплекса.

В Авачинском и Южно-Камчатском районах роль рудоконтролирующих структур среди рудоконцентрирующих образований миоценовых, плиоценовых и эоплейстоценовых комплексов играют Вилючинский линеймент и Мутновско-Авачинский разлом. Эти нарушения северо-восточного и северо-западного простираения частично контролируют и выходы термальных вод. Крупные месторождения термальных вод приурочены к структурам современной геодинамической системы, какими являются грабены Авачинский, Паратунский, Асачинский.

Структуры рудных полей находятся в непосредственной зависимости от структур питающей вулканической системы, в пределах которых и согласно с которыми они расположены. Основным элементом сложных субвулканических тел является вертикальная дайка, поэтому и рудовмещающие жилы и зоны прожилкования располагаются главным образом согласно междайковым блокам, гидротермалиты развиваются по вертикальным дайковым пакетам. Установленный визуальными наблюдениями и бурением вертикальный размах жильных зон не превышает 500 м. Изучение вулканических структур геофизическими методами свидетельствует о многокилометровом вертикальном диапазоне развития корневых систем вулканических комплексов, что в свою очередь говорит о вероятности больших вертикальных параметров рудной минерализации.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В связи с фрагментарностью выходов докайнозойских образований и неопределенностью их возрастных датировок геологическая история территории достоверно прослеживается лишь для кайнозойского этапа ее эволюции. В региональных работах верхнемеловые метаморфические образования рассматриваются в качестве комплекса основания [2, 21]; терригенные, условно позднемеловые, отложения характеризуют [138] пассивную континентальную окраину, а позднемеловые вулканогенно-кремнистые и вулканогенно-терригенные формации представляют собой комплексы островной дуги, сформировавшиеся на коре океанического типа [56].

Кайнозойский этап развития, начиная со среднего эоцена, характеризуется сложным сочетанием тектонических режимов. На фоне роста и формирования континентальной коры происходила и происходит ее деструкция. Образовавшееся в начале палеогена (в палеоцене?) обширное поднятие в эоцене было вовлечено в погружение [56].

В образовавшемся бассейне в среднем эоцене накапливались терригенные осадки васильевской толщи, характеризующие небольшие глубины их формирования. Туда сносились размываемые докайнозойские образования, которые компенсировали прогиб. Об этом свидетельствуют углистые прослои в песчаниках и алевролитах. В позднем эоцене в этот бассейн начинает поставляться пирокластический материал среднего и кислого состава, и на протяжении последующего периода до конца миоцена здесь накапливаются вулканогенно-осадочные отложения.

Достоверные центры длительной вулканической активности имеют миоценовый возраст. Они формировали цепь крупных вулканических островов, положение которых совпадало с современным океанским побережьем и имело северо-восточное простирание. На севере их направление менялось плавно на север-северо-западное. Вулканическая деятельность в пределах этой островной структуры длилась на протяжении нижнего и среднего миоцена, образуя миоценовую андезитовую формацию. Острова разрастаются, превращаясь в крупные участки суши. Море к западу от нее перекомпенсируется и осушается.

Вулканическая деятельность была, видимо, сопряжена с формированием сейсмофокальной зоны, фиксирующей зону субдукционных движений, которые к концу миоцена замедляются или прекращаются. Об этом можно судить по тому, как периферически-очаговые системы теряют в это время связь с верхней мантией, они подвергаются интенсивному воздействию флюида, обогащенного водой, щелочами и кремнекислотой. На месте андезибазальтовых тел питающей вулканической системы образуются гранитоидные массивы. Возникают коровые вулканические очаги. В плиоцене начинается формирование карымшинского вулканического комплекса, связанного с извержениями риодацитового материала.

Главное в палеоген-миоценовой истории для Паратунско-Авачинского района — это существование единого для этой площади бассейна седиментации и вулканической зоны. На значительной площади происходит перестройка земной коры, которая заключается в «вытеснении» осадочных слоев и замещении освободившегося пространства магматическими телами, в развитии процессов гранитизации.

На границе миоцена и плиоцена структура Южной Камчатки существенно перестраивается, что, возможно, обусловлено изменением вектора планетарной напряженности [56] (результатом которого явился левосторонний сдвиг, впоследствии осложненный развитием Центрально-Камчатского рифта). Изменяется положение в пространстве зоны Беньофа, которое приближается к современному, образуются трансформные разломы северо-западного простирания. Закладываются основные черты современной неоструктуры.

В связи с импульсом подвижек в Южно-Валагинском районе активизируется субазальный вулканизм. На субстрате мезозойских образований формируется вулканическая зона с центрами вулканической активности.

В Южно-Камчатском районе плиоценовая вулканическая деятельность привела к возникновению вичаевского комплекса, сочетающего андезибазальтовые эффузивно-пирокластические фации с широким проявлением экструзивного дацитового вулканизма и золоторудной гидротермальной деятельностью.

В Авачинском районе извержение игнимбритов плиоценовых вахталкинских и седловских комплексов и внедрение субщелочных андезибазальтовых тел крашенинниковского комплекса связано с разломами северо-западного простирания. По-видимому, в это время образуется впадина Авачинской губы, связанная с заложением разломов. С этим импульсом движений связаны сдвиговые перемещения мезозойских блоков в районе Авачинской губы, интенсивное смятие отложений васильевской толщи.

В эоплейстоцене и раннем плейстоцене положение сейсмофокальной зоны и глубоководного желоба стабилизируется, формируются крупные вулканические структуры Южной Камчатки — Голыгинская и Ильинская вулканические цепи, простирание которых согласно с простиранием желоба. К Ильинской цепи от-

носятся эоплейстоценовые комплексы жировский, веселовский, острогорский, компенсировавшие Южно-Камчатский прогиб. В Авачинском районе активизируется экструзивная деятельность в основном в карымшинской депрессии. Не исключено, что рудоносная гидротермальная деятельность проявляется в пределах жировского комплекса именно в это время.

Плейстоценовую историю развития можно связать с формированием Центрально-Камчатского рифта. В результате появились грабенообразные долины зон отседания — долины рек Паратунка, Левая Быстрая, Правая Асача (структуры растяжения типа микро-рифтов, сопровождающиеся трещинным базальтовым вулканизмом, термопроявлениями). Происходят мощные тектонические деструкции. В раннем—среднем плейстоцене до 50 % образований ахотенского и юшинского вулканических комплексов погружается в океан. Период относительно короткого вулканического покоя нарушается мощным кальдеро- и игнимбритообразующим извержением, формируется около 100 км³ игнимбритов, в среднем—верхнем плейстоцене образуется толмачевский комплекс, в зоне Жупановского разлома северо-восточного простирания появляются экструзивные андезитовые и дацитовые вулканы купольного комплекса.

В позднем плейстоцене возникают почти все крупные стратовулканы — Авачинский, Козельский, Корякский, Вилючинский, Мутновский — плейстоцен-голоценовой андезито-базальтовой формации. Рост вулканов происходил на фоне похолодания климата, и почти все они при прекращении вулканической деятельности становились центрами горно-долинного оледенения, которое оказало значительное влияние на формирование рельефа. С ним связана позднплейстоценовая регрессия, во время которой уровень моря упал на 130 м. Максимум падения уровня приходится на время 15—16 тыс. лет назад [29, 118].

В предголоценовое время все вулканы достигают предельных размеров, характеризуются эксплозивной и экструзивной активностью. Именно в это время (около 30 тыс. лет назад) возникает поле андезитовых экструзий на северном берегу Авачинской губы, мощным направленным взрывом обезглавливается Авачинский вулкан, в результате чего меняется устье Авачи.

В начале голоцена похолодание вызвало появление в высокогорье ледников, которые вскоре начинают таять, оставляя после себя каменные морены в цирках. Стратовулканы переживают импульс эффузивной активности, что после мощных взрывов в конце плейстоцена привело к возникновению форм типа Сомма—Везувий (вулканы Авача и Мутновский). Появляются вулканы Горелый, Бакенинг. В связи с активизацией усилий растяжений образуются зоны ареального базальтового вулканизма голоценовой базальтовой формации: верхнеавачинский, бархатный, тундровский комплексы.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Рельеф территории и прилегающего дна акватории сформировался под влиянием многообразных факторов морфогенеза, а именно позднекайнозойских тектонических движений, мощного вулканизма, оледенения, речной деятельности, морской аккумуляции и абразии. Таким образом, рельеф площади можно подразделить на субаэральный и субаквальный. Поверхность суши объединяет несколько крупных геоморфологических категорий: выработанный, вулканогенный и аккумулятивный рельеф.

Все основные мегаформы рельефа, созданные плиоцен-четвертичными тектоническими движениями, рассматриваются как категории морфоструктур и частично проанализированы в гл. «Тектоника» при характеристике структур среднего и верхнего подъярусов третьего структурного яруса. Выделенные категории рельефа, его типы и подтипы, морфоструктуры и их границы находят свое отражение на аэрофото- и космоматериалах, которые использовались для геоморфологических построений.

Среди морфоструктур можно выделить структуры двух порядков. Морфоструктуры первого порядка совпадают с главными неотектоническими структурами территории, и их можно назвать Южно-Валагинской, Авачинской и Южно-Камчатской морфоструктурами. Они разделены участками аккумулятивного рельефа, характеризуются определенными сочетаниями основных категорий рельефа. Например, Южно-Валагинской морфоструктуре присуще преобладание структурно-денудационного типа и вулканической категории рельефа. Для Авачинской характерно преобладание денудационной и аккумулятивной категорий рельефа, а Южно-Камчатская морфоструктура отличается относительно слабым развитием аккумулятивных поверхностей, линейно-вытянутыми полями структурно-денудационного и денудационного рельефа.

Морфоструктуры второго порядка можно подразделить на три группы: тектоногенные, вулканогенные и неясного генезиса. К тектоногенным относятся как положительные формы — горсты, так и отрицательные грабенообразные формы. К положительным формам относятся междуречьелевой и Правой Авачи — хр. Ивулк, Дзэндзурский хребет, Вахталкинский массив. Они ограничены долинами, имеющими тектоническое происхождение. К морфострук-

турам этого типа можно отнести так называемые блоки отседания (площадь между долиной р. Паратунка и Тихим океаном, между р. Правая Асача и Тихим океаном). По мнению И. К. Рундквист [148], они являются блоками, выдвигающимися на восток. В их тылу образуются грабены — отрицательные морфоструктуры долин Паратунки,левой Быстрой, Правой Асачи. Формирование большинства грабенообразных долин связано с развивающимся Центрально-Камчатским рифтом [148].

Оставшиеся две категории морфоструктур относятся к структурам центрального типа. В принципе, любой плейстоцен-голоценовый стратовулкан является такой морфоструктурой. Наиболее крупными мегаформами этого типа являются Авачинско-Корякская группа, Мутновский и Горелый вулканы. Отрицательная структура этого типа представлена кальдерой вулкана Горелый.

Морфоструктуры центрального типа смешанного (или невыясненного) генезиса представляют собой изометричные или вытянутые овальные в плане горные массивы. Их округлая в плане форма подчеркивается дугами, ограничивающими их речными долинами (массив горы Окстрая); иногда такие долины образуют концентрические или эксцентрические «кольца». Крупная морфоструктура этого типа ограничена долинами рек Жировая, Мутная, руч. Березовый. Ее диаметр не менее 40 км. Меньшее кольцо диаметром 15 км, расположенное концентрично, окаймляет Ахомтенский массив по дугам долинам рек Фальшивая и Лиственничная.

СУБАЭРАЛЬНЫЙ РЕЛЬЕФ

Выработанный рельеф. Денудационный рельеф развит на разнородном субстрате. Его состав предопределяет особенности денудационного рельефа. Можно выделить его подтипы на субстрате докайнозойских отложений и на субстрате кайнозойских вулканогенно-осадочных отложений.

Первый подтип занимает часть территории в районе г. Петропавловск-Камчатский, участки по правобережью Авачи. Как правило, этот рельеф имеет небольшие (не более 500 м) высоты, сочетает плоские поверхности склонов, сопрягающиеся по прямой линейным ложбинам — тектоническим нарушениям, которые и обуславливают своеобразие поверхностей, сформированных на мезозойском субстрате.

Второй подтип имеет более широкое развитие. Он создан эрозионной деятельностью рек, ледниковой экзарацией и тесно сопряжен со структурно-денудационными поверхностями. Рельеф характерен для образований нижнего структурного подъяруса третьего яруса Южно-Быстринского и Берегового хребтов и наиболее приподнятых частей бассейна Авачи, где горные сооружения с высотными отметками более 1000 м служили центрами позднеплейстоценового горно-долинного оледенения. Именно экзарационные формы характерны для внутренних частей эрозионных кальдер

гаванского, жировского комплексов, для массива горы Тимоновская, истоков р. Кавыча, где рельеф представляет собой сочетание цирков, трогов с водно-эрозионными формами — каньонами, ящи-кообразными долинами, разделенными гребнями водоразделов.

К структурно-денудационному рельефу относятся поверхности, сформированные в результате такого препарирования плиоценовых, эоплейстоценовых и нижнечетвертичных вулканических комплексов, при котором экзарационная и эрозионно-тектоническая деятельность как бы подчеркивает первично-генетические вулканические формы покровов, дайковый характер строения субвулканических тел или купольные черты первичных интрузивных форм. Он развивается на субстрате плиоценовых и раннеантропогенных вулканических формаций, в которых тектоническими процессами не искажено первичное соотношение покровных и инъекционных фаций.

Рельеф на субстрате лавовых потоков представляет собой сочетание наклонных плоских поверхностей, которые уступами понижаются от 1000—1200 до 200—300 м на расстоянии от 3 до 10 км. Таков рельеф внешних склонов кольцевых хребтов левобережья р. Гаванка, междуречья Жировая—Фальшивая, Острогорского массива, хр. Дзендзур. К этому виду рельефа можно отнести горизонтальные поверхности лавовых покровов междуречья Левая Авача—Гаванка—Дзендзур—Вершинская, бассейнов рек Китхой, Саранная, Ольховая. Характерные куполообразные поверхности образованы в результате препарирования рельефа субвулканических тел кислого состава в Карымшинском хребте, в истоках р. Паратунка. В Ахомтенском массиве куполообразные поверхности распространены на площади более 200 км². Вершины и верхние части склонов имеют выпуклый профиль, крутизна склонов достигает 30°. Их поверхности нередко совпадают со структурными поверхностями эндоконтактных зон.

К вулканогенному рельефу отнесены мегаформы, образованные благодаря вулканической аккумуляции, начиная со среднего плейстоцена. В период, охватывающий средний плейстоцен—голоцен, на территории формировались вулканы центрального типа, происходили эксплозии и излияния лав, внедрялись экструзии, образовалась одна из крупнейших кальдер — кальдера вулкана Горелый и связанный с ней мощный игнимбритовый покров. Позднеплейстоценовая ледниковая экзарация разделяет вулканические формы и поверхности на голоценовые и плейстоценовые. Среди них можно выделить конические формы стратовулканов, экструзивные купола, поверхности лавовых потоков и пемзово-игнимбритовых равнин.

Конические склоны плейстоценовых вулканов несут следы ледниковой экзарации. Баранкосы расширены, превращены в трог, склоны которых сопряжены с водораздельными наклонными поверхностями лавовых потоков, образующих собственно конические поверхности. Такие склоны характерны для соммы Авачинского,

Козельского, Вершинского вулканов, Жупановского хребта, плейстоценовых частей вулканов Мутновский и Корякский. У подножий таких вулканов развиты ледниковые равнины, как это наблюдается в случае Авачинско-Корякской группы вулканов. Особенно сильно проявлена ледниковая экзарация на северо-восточных склонах Мутновского вулкана. Там образовались широкие (до 2 км) трог, длиной 5—6 км с высотой стен 300—400 м. Ледники, сползавшие с вершин, разрушили и расширили кратеры, исказили коническую форму, но не уничтожили ее полностью. Такой неправильной формой усеченного конуса обладает вулкан Козельский. В тех случаях, когда склоны подвергались экзарации равномерно со всех сторон и вершинный нект не уничтожен, вулканическое сооружение сохраняет правильную коническую форму с вогнутым профилем склонов, как, например, у вулканов Вилючинский, Корякский, Вершинский.

Конические склоны голоценовых стратовулканов образованы главным образом отложениями эксплозий и лавовыми излияниями. На вулкане Авачинский они образуют молодой конус с отметкой 2741 м. Относительная высота его северных склонов около 400 м, южных — 1000 м, диаметр основания 3,5×4,0 км. Склоны покрыты узкими радиальными ложбинами. Существовавший ранее кратер глубиной 200 м после январского извержения 1991 г. заполнен лавовой пробкой, и в настоящее время на вершине конуса наблюдается блюдцеобразное углубление диаметром около 150 м и глубиной не более 20 м.

На вулканах Корякский (3456 м) и Мутновский (2323 м) склоны голоценового рельефа наблюдаются в западных частях вулканических массивов. Они отличаются визуально от плейстоценовых склонов слабой нарушенностью поверхности, а на аэрофотоматериалах имеют более темный фототон. На вершине Мутновского вулкана находится крупный кратер восьмеркообразной формы, над которым постоянно наблюдается облако фумарольных выделений.

Несколько отличается от этих конусов поверхность современного вулкана Горелый (1828 м), для которого характерны пологие склоны, щитообразная форма. При относительной высоте 800 м он имеет диаметр около 10 км. На его хребтообразной вершине находится цепочка кратерных колодцев диаметром 100—200 м и глубиной до 100 м. Радиальные ложбины на склонах возникают по границам лавовых потоков.

Вулкан Бакенинг (2277 м), хотя и сформировался в голоцене, но подвергся интенсивной эрозии. В восточной его части наблюдаются глубокие баранкосы. Диаметры его основания 8×10 км.

Бугристые поверхности лавовых равнин сопряжены с коническими склонами стратовулканов Корякский, Мутновский, Горелый. Их площадь достигает 30 км². Такие же поверхности образуют базальтовые излияния ареального вулканизма в бассейне истоков Авачи, на правобережье Паратунки, Мутной. Площади этих поверхностей, над которыми возвышаются красно-бурые шлаковые

конусы высотой до 200 м и диаметром до 1 км, колеблются от 1 до 50 км². Для них характерны такие формы, как валы напора, бортовые выступы, продольные ложбины по границам потоков.

Поверхности экструзивных куполов четвертичного возраста представляют собой сложное сочетание поверхностей сферы, эллипсоида и конуса. Рельеф, состоящий из куполовидных форм, наблюдается у западного подножия Корякского вулкана, где его площадь составляет не менее 50 км². Самостоятельное значение этот тип рельефа имеет у подножия вулкана Мутновский, где он занимает 25—30 км². Отдельные купола имеют высоту до 700 м и диаметр основания до нескольких километров. На их вершинах наблюдаются скальные останцы. Часть куполов имеет плоские поверхности вершин. Такие формы отмечались в районе вулкана Бакенинг, на склонах Авачинско-Корякской группы. На северном берегу Авачинской губы возвышается купол горы Мишенная (382 м) с диаметрами основания 1×2 км. Крупные купола со следами интенсивной ледниковой экзарации (однако сохранившие первичные черты) наблюдаются в Пиначевском и Жупановском хребтах, на вулкане Купол.

Плоская слабонаклонная поверхность плейстоценовых игнибригов в районе кальдеры вулкана Горелый изборождена густой овражной сетью с отчетливым графическим решетчатым рисунком. Поверхности наклонены периклинально от уступов кальдеры. На расстоянии 10 км высота поверхности снижается от 1000 до 650 м. Площадь игнибригового покрова около 200 км². Небольшие (до 10 км²) фрагменты подобных поверхностей наблюдались в бассейне р. Гаванка.

Холмисто-увалисто-грядовая поверхность эксплозивных отложений развита на северном побережье Авачинской губы. Она вытянута в северо-западном направлении на 22 км. При ширине 12 км ее площадь достигает 130 км². Поверхность наклонена к бухте под углом 5—7°, она прорезана оврагами с крутизной до 35° и глубиной вреза до 60 м. Формирование поверхности обусловлено мощными эксплозиями (около 30 тыс. лет назад) Древней Авачи и, возможно, эруптивной деятельностью андезитовых экструзий.

Кальдера вулкана Горелый является крупной отрицательной формой вулканического происхождения. Она имеет в плане форму овала с диаметрами 12×13 км, ориентированного в северо-западном направлении. В настоящее время она заполнена образованиями вулкана Горелый и рыхлыми флювиальными отложениями. Современная высота кальдерных уступов 40—80 м. Угол наклона внутренних склонов около 25°.

Экзогенный аккумулятивный рельеф объединяет равнинные поверхности различного генезиса, созданные экзогенной аккумуляцией в позднем плейстоцене и голоцене.

Аллювиальные равнины пользуются преимущественным развитием среди иных поверхностей аккумулятивного рельефа. Пло-

ские горизонтальные или слабонаклонные поверхности пойм, пойменных террас 3—4, 7—8, 8—15-метрового уровня наблюдаются в широких долинах рек Авача, Паратунка, Асача, Мутная. Ширина равнин в низовьях долин достигает 20 км и обычно колеблется от 5 до 10 км.

Проллювиальные равнины характеризуются плоскими наклонными поверхностями с характерным струйчатым рельефом. Они формируются у подножия вулканических групп, отдельных вулканов, где главная роль в их формировании принадлежит сухим рекам. Максимально этот тип рельефа распространен у подножия Авачинско-Корякской группы. Ширина равнин в радиальном направлении достигает 25 км. Их поверхности от абсолютных высот 700—800 м спускаются до 100—150 м. Поверхности этого типа занимают площадь от нескольких до нескольких сот квадратных километров. Вблизи крутых горных склонов они наклонены относительно круто — до 7°. В поверхность пролювиальных равнин врезаны неширокие долинки с отвесными стенами высотой от нескольких до 10—15 м.

С аллювиальными и пролювиальными равнинами сопряжены поверхности береговой полосы, созданные совместной деятельностью рек и моря. Это плоские, обычно заболоченные равнины в дельтах рек Авача, Паратунка. Площади таких поверхностей достигают 120 км². Здесь наблюдается множество протоков, стариц, озер; дешифрируются размываемые береговые валы. Без четкой границы поверхность переходит в марши, затопляемые приливами и осушаемые при понижении вод.

Аккумулятивная поверхность морских отложений (пляжа и береговых валов) достигает ширины 1 км, а ширина Халактырского пляжа — 200 м. Поверхность штормовых валов понижается в сторону суши от 5,0 до 1,5 м. Протяженность таких поверхностей вдоль северной части берега Авачинского залива до 20 км. На берегах Юго-Восточной Камчатки эти поверхности наблюдаются в относительно небольших бухтах с протяженностью береговой линии от 1 до 5 км.

Берега океана обрываются уступами абразионного происхождения. Высота уступов колеблется в широких пределах — от десятков до сотен метров и достигает в районе мыса Пирамидный 700 м.

Часть прибрежных высот — горы Безымянная (390 м), Столовая (486 м), Петровская (491 м) венчаются плоскими поверхностями абразионных морских террас. Площадь их не превышает 1 км².

Холмистые ледниковые равнины, сочетающиеся с водно-ледниковыми пологонаклонными равнинами, окружают вулканы Авачинско-Корякской группы, Жупановского хребта, широко распространены в долинах рек Авача и Паратунка, Мутная, Асача. Площади таких равнин колеблются от 10 до 150 км². Холмы возвышаются над западинами, нередко заполненными озерами на

10—25 м. Водно-ледниковые равнины развиты в долинах бассейна р. Авача. Их отличают плоские террасовидные поверхности, протянувшиеся на десятки километров вдоль аллювиальных равнин. Ширина равнин достигает 10 км.

К поверхностям, созданным современными процессами, относятся холмисто-грядовые наклонные поверхности оползней и обвалов. Самый крупный участок такого рельефа площадью около 15 км² отмечен на левобережье р. Асача. Он создан на субстрате глыб и блоков обвальных отложений. Западины между холмами и грядами высотой 20—40 м заполнены озерами. Они осложняют наклоненную (около 12°) на юг поверхность оползня.

СУБАКВАЛЬНЫЙ РЕЛЬЕФ

Рельеф шельфа Авачинского залива

Площадь дна акватории в границах листов составляет примерно 3700 км². На площади около 1900 км² дно исследовано эхолотным промером. В рельефе дна выделяются береговая отмель и континентальный склон.

Береговая отмель простирается согласно береговой линии. Ее ширина 20—39 км. Плоская поверхность отмели полого (1—2°) наклонена на восток до глубин примерно 150—200 м. На глубинах 100—120 м выявлены [74] овальные котловины и возвышенности с диаметрами от 0,5×0,7 до 1×3 км и перепадами высот в несколько десятков метров. Помимо них замечено несколько террасовидных уступов северо-восточного и широтного простираний протяженностью от 5 до 20 км. Они группируются в районе изобаты 100 м в северной части Авачинского залива.

Континентальный склон шириной 15—20 км согласен с границей береговой отмели. В пределах восточной границы карты он снижается под углом около 10° от глубин 150—200 до 2000 м. На всю длину склона в него врезаны каньоны, которые разделены довольно крутыми гребнями (со склонами не менее 10°). Каньоны имеют V-образный профиль, их днища прямолинейны, что обусловлено, видимо, тектоническим происхождением этих форм. Превышение гребней над днищами каньонов достигает нескольких сот метров.

На траверзе Авачинской губы кромка континентального склона как бы вдается в береговую отмель. В этом «заливе» на протяжении 15 км ширина континентального склона составляет 10—13 км. Этот участок наиболее интенсивно изрезан каньонами северо-восточного простирания. Здесь отмечается до пяти каньонов, устья которых сливаются на глубине около 2000 м. Именно на этой глубине материковый склон выполаживается, и здесь наблюдаются, судя по неровной поверхности, участки оползней площадью 5—7 км².

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

На рассматриваемой площади известны месторождения золота, строительных материалов, термоминеральных и пресных вод. Генезис большей части месторождений связан с магматической активностью.

Наибольшее значение в группе металлических полезных ископаемых имеют месторождения коренного (Родниковое и Мутновское) и россыпного (Каменистое и Удачное) золота. Месторождение Родниковое подготовлено к промышленному освоению, россыпные месторождения уже отработаны.

Самыми распространенными и освоенными являются месторождения строительных материалов: песчано-гравийной смеси, строительного песка, шлаков, перлитов, глин и строительного камня.

Все термальные воды района являются минеральными лечебными, однако основной областью применения вод Паратунского, Верхнепаратунского и Мутновского месторождений является теплоэнергетика. Воды Налычевского и Кеткинское месторождений используются только в бальнеологических целях.

Елизовское месторождение пресных вод является основным источником водоснабжения Петропавловск-Елизовской агломерации. Разведано месторождение Быстринское, где в настоящее время ведется строительство водозабора.

ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Газ горючий. Выделение горючего газа (V-2-2) отмечается в скв. 16 (ГК-1), пробуренной на участке Пиначевских термальных источников гидрокарбонатно-хлоридных азотно-метановых вод [142]. Дебит спонтанного газа составляет 0,39 л/с, в его составе преобладают метан (58—90 %) и азот (9—40 %), в незначительном количестве присутствуют кислород, углекислый газ. В скважине глубиной 1261 м, вскрывшей на забое верхнемеловые песчаники и алевролиты, максимальное содержание метана (90 %) зарегистрировано на глубине 699 м, где вскрываются грубообломочные вулканогенно-осадочные отложения неогенового возраста.

Характеристика месторождений торфа [142]

Индекс клетки	Номер на карте	Название месторождения	Площадь		Средняя глубина отработки, м	Запасы, тыс. т
			в нулевых границах, га	в промышленных границах, га		
V-2	4	Дальнее	648,35	227,57	0,67	Забалансовые — 433,4
V-2	7	Мутное-1	593,23	424,42	1,37	Балансовые — 524,6
VI-2	4	Николаевская Тундра	8502	—	2,24	Балансовые — 3644
VI-3	2	Малое	67,4	58,7	3,21	Балансовые — 202, забалансовые — 144
VI-3	3	Быстрая Речка	38,0	32,3	2,32	Балансовые — 66, забалансовые — 71
VI-3	4	Фировая Тундра	134,3	118,7	1,94	Балансовые — 205, забалансовые — 329
VI-3	5	Цибэрово	54,0	48,0	2,11	Балансовые — 78, забалансовые — 131
VI-4	2	Совхозное	278	—	3,38	По категории А — 9401 тыс. м ³
VII-2	1	Паратунская Тундра	831,0	—	2,0	Балансовые — 740, забалансовые — 892

Нахождение выхода газа в зоне Авачинского разлома вблизи экстрезивного поля купольного вулканического комплекса не исключает наличия газовых ловушек.

Азотно-метановые воды обнаружены практически всеми глубокими скважинами, которые пробурены на северном фланге Малкинско-Петропавловской складчато-глыбовой зоны. В скв. 17 воды на глубинах 2143—2190 м наряду с растворенным метаном (89,76 %) содержат C_6H_6 (0,04 %).

ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Торф. Обнаружено и разведано девять месторождений торфа, которые сосредоточены в долине р. Паратунка, в нижнем течении р. Авача, северо-западнее г. Петропавловск-Камчатский. Они приурочены к современным болотным отложениям. Месторождения разрабатываются сельскохозяйственными организациями и пригородными совхозами. Торф используется для получения торфо-компоста.

Данные по месторождениям приведены в табл. 39.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Железо, титан. Россыпь титаномагнетитовых песков (VI-4-3) установлена на Халактырском пляже (лист N-57-XXVII). На месторождении была проведена детальная разведка [102]. Протяженность россыпи в пределах изученной площади 13,9 км, ширина — от 160 до 830 м, мощность продуктивного пласта — от 2 до 10 м. Россыпь приурочена к современным морским отложениям. Продуктивный горизонт сложен мелкозернистыми и среднезернистыми песками полимиктового состава. Основными рудными минералами являются магнетит и титаномагнетит, реже мартит и ильменит. Содержание (%): железа (общего) — 11,8—14,5, двуокиси титана — 1,42—1,77, пятиокиси ванадия — 0,06—0,11. Мокрой магнитной сепарацией извлекается концентрат с содержанием (%): железа — 58,1, двуокиси титана — 9,72, пятиокиси ванадия — 0,46; содержание вредных примесей в концентрате: серы — 0,01, фосфора — 0,032. Коэффициент основности — 0,51, кремнистый модуль — 0,82. По качеству пески относятся к числу бедных труднообогатимых железных руд.

Балансовые запасы месторождения составляют (тыс. т): по категориям В + С₁ — железа — 5086,6, двуокиси титана — 820,9; по категории В — железа — 570,7, двуокиси титана — 93,5 [129]. Запасы по категории С₂ в количестве 2311,5 тыс. т железа

и 390,8 тыс. т двуокиси титана находятся за площадью листа N-57-XXVII. Месторождение подготовлено к освоению.

Марганец. Обнаружен в геохимических аномалиях как в коренных, так и в рыхлых отложениях. Источником повышенных содержаний марганца являются метасоматиты, связанные с субвулканическими образованиями миоцен-плиоценовых вулканических комплексов, и зоны дробления в верхнемеловых вулканических образованиях никольской толщи. Вторичный ореол марганца выявлен в донных отложениях в верховьях р. Тимонова (II-2-8); кроме того, марганец входит в состав комплексной аномалии в коренных породах на левобережье р. Китхой [144]. Отдельные пробы с повышенными содержаниями марганца установлены в бассейнах рек Левая Авача, Шайбная, Тиманова, Китхой, в береговых обрывах сопки Никольская, в районе оз. Чаша. Концентрации марганца во всех типах аномалий колеблются в пределах 0,2—1,0 %, при рядовых 0,3—0,4 %, что превышает фоновые не более чем в 10 раз [86, 141, 144]. Марганецсодержащие минералы представлены родонитом, пиролюзитом, псиломеланом.

Хром. Среди аномалий хрома встречено 17 точечных и три площадных (II-1-6, II-2-6, III-4-3) в рыхлых отложениях и четыре точечных в коренных породах [141, 144]. Помимо этого, хром входит в два первичных комплексных ореола меди и цинка [144]. Все аномалии имеют низкие концентрации — от 0,007 до 0,08 %. Источниками повышенных содержаний хрома являются субвулканические образования миоцен-плиоценового возраста.

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

На территории обнаружены два проявления меди и геохимические аномалии меди, свинца, цинка, никеля, кобальта, молибдена, вольфрама, мышьяка, висмута. Повышенные содержания их выявлены в пределах полей гидротермально измененных пород поздне-меловых субвулканических тел долеритов и миоцен-эоплейстоценовых вулканических комплексов. В виде минералов-спутников они присутствуют в золото-серебряных месторождениях и проявлениях.

Медь. Проявление меди в верховьях р. Правая Быстрая (VI-1-3) приурочено к гидротермально измененным туфам андезитов южнобыстринского вулканического комплекса. В выявленном здесь линзовидном теле массивных халькозиновых руд размером 0,15×1,5 м [115] содержания меди от 0,1 до 3,57 %, золота — до 10 г/т, серебра — до 4357,4 г/т. Свинец, цинк в сумме составляют более 5 %, стронций — до 1 %, марганец — до 1 %.

На южном склоне водораздела рек Большая Саранная и Вилюча находится проявление VIII-2-6. Здесь на площади в несколько десятков квадратных метров наблюдаются фрагментарные выходы пирит-халькопирит-кварцевых жил и гнезда с содержаниями меди по данным спектрального анализа до 2 % и более, в отдельных пробах до 10 % [5]. Вмещающими породами являются туфопесчаники мутновской толщи.

На левобережье Средней Авачи установлен шлиховой ореол II-1-5 площадью 25 км². Единичные знаки халькопирита отмечаются [144] в шлихах, взятых из руслового аллювия рек Средняя Авача, Туамок, Кавыча, Тополовая, Половинка, Средний Ручей, Жировая, Правая Асача [111, 115, 141, 144].

В коренных породах установлено восемь площадных и 27 точечных геохимических аномалий, в рыхлых — соответственно пять и девять. Большая часть из них с низкими и средними содержаниями меди — 0,03—0,1 % (табл. 40). Повышенные содержания меди (0,34 и 2,43 %) установлены химическим анализом в штучных пробах, отобранных из кварцевой жилы в долеритах поздне-мелового возраста на сопке Петровская. В обрывах бухт Жировая и Песчаная

Таблица 40

Характеристика литогеохимических аномалий меди (Cu, Zn, Mn, Pb, Bi — в %; Au, Ag — в г/т)

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Главные элементы в аномалии	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии	Ссылка на литературу
П Г Х О						
I-1	5	3,2	Cu	0,0062	0,2—0,4	144
II-2	3	2,0	Cu	0,0062	0,03—0,05	144
III-2	4	3,0	Cr	0,0008	0,015—0,04	144
			Cu	0,0052	0,02	
			Zn	0,0066	0,02	
IX-2	2	1,6	Mn	0,05	0,2	68
			Cu	0,006	0,008—0,022	
			Mo	0,00024	0,00031—0,00054	
IX-2	10	14,2	Cu	0,006	1,25	68
			Ag	0,05	1,6—100,0	
			Au	0,001	0,095	
X-2	5	2,5	Cu	0,006	0,008—0,092	68
			Cu	0,006	1,0	
X-2	9	18	Bi	0,000014	0,005	68
			Au	0,001	1,9	
			Cu	0,006	0,5	
X-2	10	9,2	Bi	0,000014	0,0004	68

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Главные элементы в аномалии	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии	Ссылка на литературу
ВГХО						
I-1	4	1,8	Cu	0,0042	0,015	144
			Pb	0,00064	0,005	
II-1	3		Cu	0,0046	0,009	73
II-2	4	8,4	Cu	0,0042	0,01	144
II-4	1	20,0	Cu	0,006	0,042	106
VIII-2	1	8,5	Cu	0,0045	0,03	106

в покровных субвулканических фациях поздней фазы ахонтенского вулканического комплекса и связанных с ними гидротермально измененных породах выявлена медная минерализация двух видов: проволочки самородной меди в пустотах и тонкие пренит-халькозиновые прожилки [51]. Содержание меди в единичных штуфных пробах по данным химического анализа достигает 4 %.

Свинец. Единичные знаки галенита обнаружены в шлиховых пробах в бассейнах рек Правая Быстрая, Ахонтен, Фальшивая, Лиственничная, ручьев Вайвайчик, Песчаный [111, 115]. Литогеохимические аномалии свинца с низкими концентрациями (от 0,01

Таблица 41

Характеристика литогеохимических аномалий свинца (Pb, Zn — в %; Au, Ag — в г/т)

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Главные элементы в аномалии	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии	Ссылка на литературу
ПГХО						
II-1	7	2,0	Pb	0,0033	0,01—0,03	144
II-2	5	2,4	Pb	0,0033	0,03	144
III-3	1	0,8	Pb	0,0033	0,07	144
ВГХО						
VIII-2	4	5,0	Pb	0,001	0,01	106
			Zn	0,007	0,35	
VIII-3	3	5,2	Pb	0,001	0,03	106
			Ag	0,05	0,15	
			Au	0,001	0,006—0,04	

до 0,07 %) установлены в метасоматически измененных субвулканических телах миоцен-плиоценовых вулканических комплексов. В табл. 41 приводятся данные по этим аномалиям.

Цинк. Несколько шлиховых проб с единичными знаками сфалерита установлено в междуречье Средней и Правой Авачи, в бассейне руч. Васильевский [115, 144]. Литогеохимические ано-

Таблица 42

Характеристика литогеохимических аномалий цинка (Zn, Cr, Mn — 8 %)

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Главные элементы в аномалии	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии	Ссылка на литературу
ПГХО						
III-2	1	1,1	Zn	0,0066	0,02	144
			Cr	0,008	0,02	
III-3	4	1,8	Zn	0,007	0,1—0,2	144
VI-1	1	1,4	Zn	0,007	0,01—0,09	115
VI-1	4	4	Zn	0,007	0,01—0,09	115
VI-1	7	3,1	Zn	0,007	0,01—0,09	115
VI-1	11	3,7	Zn	0,007	0,01—0,09	115
ВГХО						
IV-3	7	16,0	Zn	0,0074	0,01—0,03	73

малии связаны с полями развития гидротермально измененных пород в субвулканических телах миоцен-плиоценовых комплексов (табл. 42).

Никель. Повышенное содержание никеля (0,1—0,3 %) выявлено в субвулканических телах долеритов позднемиоценового возраста, в терригенных образованиях никельской толщи [86]. В донных отложениях руч. Корневский установлен площадной ореол никеля (XII-2-3) с концентрациями до 0,005 вес. % [141]. Аномалия приурочена к полям развития пропилитизированных пород юшинского вулканического комплекса.

Кобальт. По данным спектрального анализа кобальт обнаружен в метасоматически измененных субвулканических образованиях тимоновского (район горы Тимоновская) и китхойского (бассейн р. Шумная) вулканических комплексов. Содержания кобальта составляют 0,003—0,02 % [144]. В верховьях Правой Асачи в донных

Характеристика ПГХО мышьяка (%)

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии	Ссылка на литературу
III-4	6	1,2	0,002	1,0	144
III-4	11	1,8	0,002	1,0	144
IV-3	3	1,0	0,002	0,03—0,05	144
VII-1	6	2,5	0,001	0,2	115
X-3	1	1,8	0,003	0,05—0,4	68

осадках выявлена точечная литогеохимическая аномалия с концентрациями кобальта 0,004 % [141], связанная с гидротермально измененными субвулканическими телами андезитов, диорит-порфиров юшинского вулканического комплекса.

Молибден. Устойчивый шлиховой ореол (IX-2-1) с единичными знаками молибденита выявлен в бассейне руч. Вайвайчик; протяженность ореола около 5 км [111]. Источником молибденита может служить гранитоидный массив бухты Саранная. Знаковые содержания молибденита в шлиховых пробах отмечались также в бассейнах рек Ахонтен и Лиственичная.

Повышенные концентрации молибдена в литогеохимических аномалиях приурочены к метасоматически измененным породам субвулканических тел тимоновского и юшинского вулканических комплексов. Установлены два площадных ореола — один в коренных породах (II-1-4) и один в рыхлых (XII-1-5) и восемь точечных аномалий — четыре в коренных и четыре в рыхлых отложениях. Содержания молибдена низкие: 0,003—0,007 % — в площадных, 0,003—0,03 % — в точечных аномалиях [141, 144].

Вольфрам. Отдельные шлиховые пробы с единичными знаками шеелита установлены в бассейнах рек Быстрая (приток Паратунки), Ахонтен и Лиственичная [111, 115].

На юге листа N-57-XXXIII выявлен первичный геохимический ореол вольфрама (XII-1-6), приуроченный к субвулканическому телу андезитов, диорит-порфиров юшинского вулканического комплекса. Содержания вольфрама не превышают 0,02 % [141].

Ртуть. Следует отметить зараженность киноварью аллювия практически всех водотоков рассматриваемой площади. Шлиховой ореол I-2-2 с единичными знаками минерала [144], пространственно соответствующий границам Авачинской золоторудной зоны, связан с широким развитием гидротермально измененных пород в пределах тимоновского и китхойского вулканических комплексов. Выделяемый в междуречье Дзэндзура и Гаванки шлиховой ореол киновари I-4-1 площадью около 40 км² [6] приурочен к субвулканическому телу андезитов, диорит-порфиров гаванского вулканического комплекса.

Выдержанные ореолы киновари установлены также в бассейнах Мутной (X-1-5) и Фальшивой (IX-1-3) [111]. По основному руслу р. Мутная ореол протягивается на 24 км. Киноварь очень мелкая, почти пылевидная, количество знаков от 7—10 до 140. Киноварь, по-видимому, выносится из термальных источников и сольфатарно измененных пород фумарольных полей вулкана Мутновский.

Ореол киновари в верховьях р. Фальшивая имеет общую протяженность 8,5 км. Киноварь мелкая, обычно ее количество в шлихах 1—10 знаков; связана она, по всей видимости, с деятельностью термальных источников.

Мышьяк. Первичные ореолы мышьяка на площади листа N-57-XXI связаны с деятельностью термопроявлений Налычевской группы, на остальной площади они приурочены к полям развития метасоматитов в субвулканических телах миоценовых вулканических комплексов. Данные по литогеохимическим ореолам приведены в табл. 43.

Висмут. В породах Ахонтенского интрузивного массива отмечены средние и высокие концентрации висмута в комплексных аномалиях с медью и золотом [68]. Характеристика этих аномалий приведена в разделах «Медь» и «Золото», в табл. 40 и 51.

РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ

Стронций. Выявлено две точечные аномалии с содержаниями стронция по данным спектрального анализа от 0,1 до 3,0 % [115]. Собственно стронцийсодержащих минералов не обнаружено, предполагается изоморфное вхождение стронция в кристаллическую решетку кальцита и барита. Вмещающими образованиями для кварц-карбонатных жил являются песчаники жировской толщи.

БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Золото и серебро. Профилирующим полезным ископаемым района является золото. Всего по состоянию на 1.01.1996 г. на площади установлено два месторождения и 12 проявлений рудного золота гидротермального генезиса, относящихся к золото-серебряной формации — к ее золото-(серебро)-полиметаллической субформации [107]. Месторождений россыпного золота на площади три: два из них промышленные — Каменистое и Удачное и одно непромышленное — Сумное.

Исследованная площадь входит в Южно-Камчатский золоторудный район. Рудоносные площади оконтуриваются по границам

Характеристика рудопоявлений

Индекс клетки	Номер на карте	Морфология и размеры жильных тел и зон гидротермально измененных пород	Степень эродированности
I-1	2	Четыре зоны гидротермально измененных пород мощностью 100—200 м, протяженностью от 300 до 3000 м. Выявлено пять кварц-карбонатных жил мощностью от 0,2 до 2,0 м, прослеженных на 100—300 м	Рудный (возможно частично подрудный) уровень
I-1	3	Звездная Даль. Кварцево-жильная зона прослежена на 8,5 км при мощности от 0,5 до 5,5 км. Всего выделено 56 жильных тел мощностью от 0,1 до 4,9 м, протяженностью от 20 до 1800 м. Жилы по составу кварцевые, хлорит-кварцевые, кварц-карбонатные, барит-кварцевые	Надрудный и верхняя часть рудного уровня
II-2	7	Четыре сближенных плитообразных тела кварц-турмалиновых метасоматитов мощностью до 10—20 м, протяженностью от 50 до 150 м Жильно-прожилковая зона кварц-карбонатного состава протяженностью 100—150 м, мощность — первые метры Тело монокварцевых метасоматитов, прослежено на 900 м	Незначительный эрозионный срез
III-2	2	Поля развития окварцованных, аргиллизированных, раздробленных до состояния дресвы пород, площадью от 0,002 до 0,15 км ²	Надрудный и верхнерудный уровень

развития продуктивных геологических формаций и ареалу распространения близких по условиям локализации, составу и формационной принадлежности золоторудных объектов [108]. На территории выделены: два установленных золоторудных узла (Банно-Карымшинский и Вилючинский), прогнозируемая рудная зона (Авачинская) и два прогнозируемых рудных узла (Ахомтенский и Левобыстринский). В Вилючинский узел входят два золоторудных поля — Родниковое и Мутновское. Месторождения россыпного золота — Каменистое и Сумное относятся к Быстринско-Авачинскому узлу россыпной золотоносности [92].

Авачинская рудная зона (1200 км²) расположена на территории листа N-57-XXI, в бассейнах рек Средняя и Левая Авача, Кехкуй [92]. Оруденение локализовано в телах субвулканической

бассейна рек Средняя и Левая Авача

	Вещественный состав		Прогнозные ресурсы	Ссылка на литературу
	химический	минеральный		
	Au — до 0,3 г/т, Ag — до 300 г/т, Cu — 0,1—0,2 % (до 2,8 %), Zn — 0,2—0,3 % (до 27,2 %), Pb — 0,05—0,1 % (до 2 %)	Сульфиды Fe, Cu, Pb, Zn	—	144
	Au — до 28,4 г/т, Ag — от 1,0 до 396,2 г/т, Cu — 0,5—2,55 %, Mo — 0,03 %, Pb — от 0,7 до 3,46 %, Zn — от 0,4 до 1,52 %	Халькопирит, пирит, галенит, сфалерит	По категории P ₂ руды — 4,1 млн т, золота — 15 т, серебра — 450 т	92, 144
	Au — 0,5 до 3,62 г/т, Ag — до 100 г/т			144
	Au — до 0,13 г/т, Ag — 105,2—267,2 г/т, Cu — 0,031—0,104 %, Pb — 2,0—5,07 %, Zn — 20,26—34,9 %	Пирит, галенит, сфалерит, марказит		
	Au — 1,2—4,3 г/т, Ag — 24,8—203 г/т, Zn — до 1 %, Pb — 7,38 % (одна проба)			
	Au — 0,1—10,0 г/т, Ag — до 50 г/т, Pb — до 1 %, Zn — до 0,8 %, Cu — до 0,03 %	Пирит, галенит, сфалерит		144

фаии плиоценовых вулканических комплексов — тимоновского и китхойского. В нее входят шесть проявлений рудного золота и одно месторождение россыпного золота. Линейно-узловое распределение золоторудных объектов обусловлено их приуроченностью к разломам северо-западного простирания и участкам пересечения их с разломами северо-восточного и субмеридионального направлений.

В междуречье Средней илевой Авачи, в поле развития образований тимоновского вулканического комплекса, установлено четыре золото-серебряных рудопоявления (I-1-2, I-1-3, II-2-7, III-2-2) (табл. 44). Проявление I-1-2 локализовано в интрузии гранодиоритов, остальные приурочены к субвулканическим телам андезитов и дацитов.

Рудопроявление Китхойское (IV-3-1) расположено в верховьях р. Китхой, площадь его около 19 км² [144]. Вмещающими породами являются андезиты, диорит-порфиры субвулканической фации китхойского вулканического комплекса. Контролируется оруденение системой нарушений северо-западного простирания. Разломы субширотного и северо-восточного направлений являются рудолокализирующими. В пределах жильного поля выявлено 50 кварцевых жил и жильно-прожилковых зон. Мощность жил 0,1—5,5 м, протяженность от 10 до 700 м. Жильные зоны имеют мощность от 20 до 150 м и протяженность от 500 до 1500 м. Жила Китхойская прослежена на 1300 м при мощности 4,35 м. Содержания золота в ней колеблются от 2,7 до 7,4 г/т, серебра — 3,1—30,0 г/т. Жила № 4 мощностью 0,8 м и протяженностью 350—400 м содержит золота до 17,2 г/т, серебра — до 30,5 г/т. В жиле № 5 мощностью 0,3 м и протяженностью 300—350 м установлены содержания золота от 0,3 до 10,7 г/т, серебра — от 4,7 до 14,7 г/т. Жильная зона № 6 прослежена на 350—400 м при мощности 15 м и содержит золота 13,5 г/т, серебра — до 17 г/т.

Содержания меди, свинца и цинка достигают соответственно 0,9; 2,1 и 3,87 %.

В составе руд установлены пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, сульфосоли, серебро, золото, теллуриды серебра, блеклая руда, вульфенит. Золото-серебряное отношение меняется от 1 : 5 до 1 : 10. Пробность золота 196—800 (средняя 650). Оруденение относится к галенит-сфалеритовому минеральному типу.

Прогнозные ресурсы категории Р₂ оцениваются в 5,3 млн т руды, 23 т золота и 80 т серебра [92].

В пределах Авачинской рудной зоны находится месторождение россыпного золота Удачное (III-2-3). Ручей Удачный — правый приток р. Левая Авача. Месторождение отработано. Длина промышленной россыпи около 3 км, средняя ширина около 20 м [144]. Промышленные концентрации приурочены к террасам наиболее низких уровней и к руслу. Мощность золотоносного пласта 0,2—2,6 м (средняя 0,8 м), содержание золота на горную массу от знаков до 4,3 г/м³ (среднее 0,73 г/м³). Разведанные запасы составляют 212,8 кг золота, в том числе: добыто 178,3 кг, неподтвержденные запасы и потери соответственно 20,2 и 8,9 кг [144]. Форма золотин — монокристаллы, их сростки и сложные выделения губчатого облика. Золото мелкое (0,25—0,5 мм) и среднее (до 0,7 мм), полуокатанное, среднеокатанное, золотисто-желтого и светло-желтого цвета с зеленоватым оттенком. В водно-ледниковых отложениях долины этого ручья установлены содержания золота от 0,075 до 0,70 г/м³ [144]. Золото мелкое, соломенно-желтого и светло-желтого цвета. Форма золотин самая разнообразная, окатанность низкая. Мощность золотоносных пластов колеблется от 0,2 до 2,2 м. Прогнозные ресурсы здесь оцениваются в 252 кг золота при средней протяженности золотоносных пластов 1600 м и суммарной их ширине 150 м.

Россыпь руч. Удачный примыкает к проявлению золота III-2-2, приуроченному к зонам интенсивной сульфидизации и аргиллизации пород; проявление является источником россыпного золота [66].

В этой же рудной зоне установлен ряд шлиховых ореолов и геохимических аномалий. Знаковая золотоносность аллювиальных и водно-ледниковых отложений характерна для р. Кавыча (I-2-1), пади Тимоновская (II-1-1), пади Глубокая (II-2-1), рек Средняя, Правая, Левая Авача, Китхой (III-1-1) [144]. Протяженность ореолов от нескольких до 50 км. Литогеохимические аномалии в коренных породах связаны с полями развития метасоматитов. Максимальные содержания золота и серебра в отдельных пробах 0,07 и 15 г/т соответственно (табл. 45).

Золотороссыпной узел Быстринско-Авачинский (140 км²) на изученной площади включает два месторождения — Каменистое и руч. Сумный и охватывает бассейны Правой илевой Вахталки (лист N-57-XXI) [92].

Месторождение Каменистое (IV-1-2) расположено в долине правого притока Вахталки, у юго-западного подножия горы Высокая [66]. Долинная россыпь представляет собой сплошную струю протяженностью около 8 км, шириной от 10 до 80 м. Средняя мощность торфов 1,71 м, средняя мощность золотоносного пласта 0,88 м (от 0,3 до 1,53 м). Распределение золота неравномерное, содержания варьируют от 0,34 до 10,92 г/м³, при среднем содержании на массу 1,667 г/м³.

Террасовая россыпь располагается на левой смешанной террасе 20-метрового уровня. Длина ее 0,81 км, ширина от 10 до 48 м. Мощность песков 0,4—2,1 м (средняя 0,91 м), средняя мощность

Таблица 45

Характеристика литогеохимических аномалий золота и серебра Авачинской рудной зоны (Au, Ag — в г/т) [144]

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Главные элементы в аномалии	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии
П Г Х О					
I-1	1	~1,0	Ag	0,07	7,0—15,0
II-2	2	8,4	Ag	0,07	0,7—7,0
III-3	2	25,4	Au	0,004	0,01
			Ag	0,07	0,7—1,0
III-4	1	2,0	Au	0,004	0,01—0,07
III-4	2	6,3	Au	0,004	0,02—0,03
			Ag	0,07	0,7—1,0
IV-3	6	2,6	Au	0,04	0,02—0,05
			Ag	0,07	0,7—1,0

торфов 3,9 м. Содержание золота от 0,97 до 1,85 г/м³. Пробность золота 638—920 (средняя 883). Золото полуокатанное и средней степени окатанности, золотисто-желтого цвета с зеленым оттенком, часто покрыто пленкой гидроокислов железа. По крупности золота среднее и крупное.

С 1964 по 1982 г. на месторождении было добыто 2065 кг золота [73].

Непромышленная россыпь руч. Сумный (IV-1-4) — правого притока Вахталки — представляет собой прерывистую струйку промышленных концентраций золота. Протяженность россыпи 1 км при ширине 10 м. Содержание золота на массу 0,27—0,66 г/м³. Золото мелкое и среднее, пробность 878. Пробные выемки металла показали нерентабельность обработки проявления в настоящее время [73].

В пределах этого узла установлен шлиховой ореол золота IV-1-1, охватывающий бассейны Правой илевой Вахталки; протяженность его около 36 км. Золотоносными являются аллювиальные отложения. Золото мелкое, тонкое. В пойменном аллювиилевой Вахталки обнаружена непромышленная струйчатая россыпь протяженностью 4 км при суммарной ширине струй 60 м. Средняя мощность золотоносного пласта 0,6 м, средняя глубина залегания 8 м. Содержание золота до 0,2 г/м³. Прогнозные ресурсы по категории P₂ оцениваются в 30 кг золота [73].

Прогнозируемый золоторудный узел Левобыстринский (N-57-XXVII) охватывает бассейны рек Правая илевая Быстрая (650 км²) и совпадает с районом распространения образований южнобыстринского вулканического комплекса. Основными рудоконтролирующими структурами являются субвулканические и интрузивные образования южнобыстринского вулканического комплекса и разрывные нарушения северо-восточного и северо-западного простираний. В пределах узла установлено три рудопроявления золота: Топлек, Медное и Нижнее.

Проявление Топлек (V-1-5) расположено на левом борту р. Тополовая [115] и локализовано в субвулканических андезитах — диорит-порфиритах южнобыстринского вулканического комплекса. Гидротермально измененные породы представлены зонами аргиллизации, цеолитизации, окварцевания, пропилитизации. Золото-серебряная минерализация связана с жильно-прожилковой зоной протяженностью около 480 м и шириной от 4 до 30 м северо-восточного простирания. Состав ее глинисто-кварцевый, мощность кварцевых прожилков и жил от долей миллиметра до 4,0 м. Содержание золота от следов до 5 г/т (максимальное 42,8 г/т), серебра — до 10 г/т (максимальное 199,8 г/т). На проявлении предполагается подрудный—нижнерудный—нижнерудный эрозионный срез. Из рудных минералов преобладают пирит, халькопирит, сфалерит, самородное золото.

Прогнозные ресурсы по категории P₂ составляют 2 т золота и 5 т серебра, в том числе по категории P₁ — 0,072 т золота

и 0,186 т серебра. Прогнозные ресурсы, подсчитанные по вторичным ореолам и потокам рассеяния, сопоставимы с приведенными выше ресурсами категории P₂ [90].

Рудопроявление Медное (VI-1-6) расположено в верховьях Правой Быстрой. Вмещающими породами являются гидротермально измененные туфы среднего состава южнобыстринского вулканического комплекса, предполагается парагенетическая связь оруденения с субвулканическими образованиями и дайками этого комплекса. Рудоконтролирующими являются разрывные нарушения северо-восточного и субмеридионального простираний. В зоне гидротермально измененных пород выделено 28 жильных тел и зон кварцевого прожилкования. По минеральному составу жилы и прожилки подразделяются на кварцевые и кварц-карбонатные с массивной и брекчиевой текстурой, протяженность их до 50 м, мощность от 0,2 до 12,0 м. Содержание золота не превышает 0,2 г/т, серебра — до 30 г/т. Рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, борнитом, халькозином, ковеллином, медной зеленью, аргентитом, золотом [115].

Рудопроявление Нижнее (VII-1-1) расположено в верховьях правого притока р. Средний Ручей, локализовано в туфах среднего состава белаяевской толщи. Оруденение контролируется дайками андезитов южнобыстринского вулканического комплекса и крутопадающими зонами нарушений северо-восточного простирания. Андезиты и туфы на площади около 2 км² в различной степени подвергнуты гидротермальному изменению (аргиллизации, окварцеванию, адуляризации) и содержат прожилки и линзовидные тела адуляр-кварцевого и существенно кварцевого состава. Мощность прожилков от нескольких сантиметров до 0,5 м, зон прожилкования — от 1 до 6,5 м, по простиранию они прослеживаются не более чем на 3—5 м. Простирание зон прожилкования северо-западное, северо-восточное и субмеридиональное. Они являются оперяющими по отношению к разломам северо-восточного направления. По результатам пробирного анализа содержания золота в аргиллизированных породах и зонах прожилкования колеблется от 0,2 до 5,1 г/т, редко до 10 г/т, серебра — от 2,8 до 100 г/т. Прогнозные ресурсы по категории P₂ оцениваются в 4,5 т золота и 28,5 т серебра [90].

Шлиховые ореолы с единичными знаками золота установлены в бассейнах рек Гаванка (V-1-1) и Тополовая (V-1-3) [115]. На площади развития гидротермалитов по породам южнобыстринского вулканического комплекса и белаяевской толщи выявлено 11 первичных и два вторичных литогеохимических ореола (табл. 46).

Золоторудный узел Банно-Карымшинский (N-57-XXVII) приурочен к району развития продуктивной плиоцен-эоплейстоценовой риодацитовой формации, на рассматриваемой территории расположен в междуречье Карымшины и Паратунки. Его площадь 250 км². Основной рудоконтролирующей структурой является Вилючинский линеамент северо-западного простирания. Многочис-

Таблица 46

Характеристика литогеохимических аномалий золота и серебра
Левобыстринского рудного узла (Au, Ag — в г/т, Cu — в %) [115]

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Главные элементы в аномалии	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии
ПГХО					
V-1	2	3,0	Au	0,012	0,01—0,09
V-1	4	6,8	Au	0,012	0,01—0,09
VI-1	2	33	Au	0,012	0,01—0,09
			Ag	0,5	до 10
			Cu	0,0024	0,01—0,09
VI-1	5	4	Ag	0,5	до 10
VI-1	8	5,5	Au	0,012	0,01—0,09
VI-1	10	4,2	Au	0,012	0,01—0,09
VI-1	12	2,6	Au	0,012	0,01—0,09
VI-1	13	5,6	Au	0,012	0,01—0,09
VI-1	14	7,2	Au	0,012	0,01—0,09
			Ag	0,5	до 10
VII-1	3	5,8	Au	0,012	0,01—0,09
			Ag	0,5	до 10
VII-1	8	5,8	Au	0,012	0,01—0,09
			Ag	0,5	до 10
ВГХО					
VI-1	9	5,8	Ag	0,05	0,1
VI-2	1	13,5	Au	0,001	0,01

ленные нарушения северо-западного, северо-восточного и субмеридионального простираний послужили рудокализирующими структурами. Наиболее перспективные рудопроявления — Порожистое, Банное, Быстринское, Карымшинское и др., входящие в этот золоторудный узел, находятся за площадью листа N-57-XXVII. В пределах изученной площади в узле установлены два рудопроявления — Среднекарымшинское и Паратунское.

Рудопроявление Среднекарымшинское (VIII-1-4) расположено на правом берегу р. Карымшина [107, 110]. В геологическом строении проявления принимают участие субвулканические тела и дайки риолитов поздней фазы карымшинского вулканического комплекса. Контролируется оруденение системой крутопадающих разрывов северо-западного простирания. Гидротермальные изменения в риолитах представлены пропилитизацией, кварц-каолинитовым, кварц-гидрослюдистым, адуляр-кварцевым метасоматозом. На площади развития этих образований установлено 16 кварцевых и кварц-карбонатных жил протяженностью 35—520 м и мощностью от 0,3 до 4 м [107]. Содержания золота составляют 1,0—2,2 г/т,

серебра до 20 г/т. По результатам комплексных исследований площадь признана неперспективной.

Рудопроявление Паратунское (VIII-1-9) расположено на левобережье р. Паратунка в поле развития туфов кислого состава ранней фазы карымшинского вулканического комплекса, секущие их тектонические нарушения имеют северо-восточное и северо-западное простирание. Гидротермальные изменения в туфах представлены окварцеванием, пиритизацией, пропилитизацией. В 19 кварцевых и кварц-карбонатных жилах, выявленных среди гидротермалитов, установлена убогосульфидная минерализация. Протяженность жил от 120 до 420 м, мощность 1—4 м. Содержания золота от 0,01 до 3,0 г/т, серебра — 1,2—5,4 г/т. Основными рудными минералами являются пирит, халькопирит, арсенопирит, золото [111].

В пределах Банно-Карымшинского золоторудного узла на изученной площади установлено два золото-серебряных ореола (VIII-1-5, 10) среди гидротермально измененных пород покровной фации ранней фазы карымшинского вулканического комплекса. Содержания золота в них составляют от 0,1 до 0,7 г/т, серебра — от 0,27 до 0,58 г/т [110, 111].

Рудный узел Вилючинский (200 км²) расположен в междуречье Паратунки и Фальшивой (листы N-57-XXVII, XXXIII). Структурная позиция рудного узла определяется положением его на пересечении Мутновско-Асачинского и Вилючинского линейaments и приуроченностью к субвулканическим образованиям завойковского и жировского комплексов. В его пределах установлены два рудных поля — Родниковое и Мутновское и рудопроявления Быстринское и Рогатка.

Рудное поле Родниковое включает месторождение Родниковое и рудопроявление Вилючинское. Площадь рудного поля сложена субвулканическими образованиями поздней фазы завойковского комплекса и контролируется Вилючинским линейamentом.

Месторождение Родниковое (IX-1-2) расположено в верховьях р. Вилюча; проведена его предварительная разведка [109]. В геологическом строении месторождения принимают участие субвулканические образования поздней фазы завойковского комплекса, представленные телами сложного состава — от андезитов до диорит-порфиритов, встречаются тела долеритов и габбро-долеритов, небольшие субпластовые тела и дайки диоритов.

Структура месторождения определяется размещением его в районе сочленения Вилючинского линейамента и разломов северо-восточного простирания. Сочленение дизъюнктивных структур обусловило наличие на участке месторождения нарушений различных простираний, среди которых субширотные играют роль зон повышенной проницаемости, а субмеридиональные являются рудоконтролирующими структурами. Нарушения повсеместно сопровождаются зонами кварц-гидрослюдисто-серицитовых метасоматитов.

Основная практическая ценность месторождения связана с золотоносностью жильной зоны Родниковая, локализованной в субмеридиональном разрывном нарушении. Жильная зона прослежена на 4 км, мощность ее 100—150 м. В разрезе она представляет собой сходящийся на глубине жильный пучок с углом схождения 45—60°. Состав жил кварцевый, карбонат-кварцевый, карбонат-адуляр-кварцевый. Для всей жильной зоны установлен переход жил по восстанию в зоны прожилкования с одновременным затуханием продуктивной минерализации. Основные запасы заключены в жилах № 44, 43, 42, 53 [109]. Жила № 44 является стержневой, к которой под различными углами причленяются остальные жилы; мощность ее от 1 до 25 м, протяженность 1700 м. В ее пределах выделено основное рудное тело протяженностью 1350 м по простиранию и 230 м по падению, мощностью до 8 м, с содержанием золота до 30,4 г/т, серебра — до 108,9 г/т.

В пределах жилы № 43 выявлено рудное тело по простиранию 510 м, по падению 280 м, мощностью 7,7 м, с содержанием золота до 244,7 г/т, серебра — до 783,5 г/т. Рудное тело жилы № 42 длиной 65 м на поверхности и 520 м на глубине имеет мощность до 2,5 м, содержания золота до 13,1 г/т, серебра — до 85,5 г/т. Рудное тело жилы № 53 длиной 1240 м, мощностью 1,8 м (по скважинам до 8,44 м) имеет содержания золота 8,3 г/т, серебра — 108,3 г/т. Рудное тело жилы № 52 длиной 850 м, мощностью до 1,9 м, с содержанием золота до 59,3 г/т, серебра — до 163,0 г/т. Протяженность других рудных тел не превышает 70 м, мощность до 7,5 м, содержания золота до 216,1 г/т, серебра 243,3 г/т.

Важной особенностью месторождения является наличие современных термопроявлений, обусловивших высокий температурный градиент в пределах жильной зоны. В связи с этим ограничение блоков балансовых запасов снизу проводится не по выклиниванию золото-серебряного оруденения, а по изотерме +26 °С. Вертикальный размах оруденения 360 м. К глубинам 300—400 м отмечается выклинивание самого жильного пучка, изменение мощности стволовой жилы. Вмещающие породы пропилитизированы. От периферии к жильной зоне пропилиты сменяются околотрещинными метасоматитами мощностью до 370 м гидрослюдисто-серицитового, кварц-гидрослюдисто-серицитового состава. Для верхнерудного и надрудного интервалов характерно развитие в центральных частях зон метасоматитов (монокварцевых тел), прослеживающихся по вертикали до первых десятков метров.

Рудные минералы представлены самородным золотом, аргентитом, полибазитом, гесситом, блеклой рудой, самородным серебром, алтаитом. Распространены следующие текстуры руд — массивная, брекчиевидная, полосчатая, тонкополосчатая, пятнистая, полосчато-пятнистая, кокардовая, прожилково-брекчиевидная и структуры — аллотриоморфнозернистая, идиоморфнозернистая, гребенчатая, волокнистая, гранобластическая. Оруденение отно-

сится к золото-аргентитовому минеральному типу. Пробность золота 357—806 (средняя 630). Золото-серебряное отношение от 1 : 5 до 1 : 17.

Кроме золота и серебра, практический интерес могут представлять селен и теллур, содержания которых составляют 27 и 28 г/т соответственно [99]. Содержания меди и полиметаллов незначительны (%): медь — 0,01—0,03, свинец — 0,001—0,003, цинк — 0,01 [109].

Балансовые запасы по месторождению (при среднем содержании золота 10,7 г/т, серебра — 114,2 г/т) по категории С₁ составляют 0,849 млн т руды, 9091 кг золота и 97 т серебра; по категории С₂ — 2,731 млн т руды, 31 300 кг золота и 245,9 т серебра (совместно с Вилючинским рудопроявлением) [109]. Прогнозные ресурсы категории Р₁ по Родниковому месторождению — 0,8 млн т руды, 20 т золота (из них 7 т ниже изотермы +26 °С) и 57 т серебра.

На разведку и разработку месторождения выдана лицензия АО «Тревожное зарево».

Рудопроявление Вилючинское (VIII-1-13) расположено на правобережье Паратунки, у юго-западного подножия вулкана Вилючинский. Оно локализовано в границах субвулканического тела андезитов поздней фазы завойковского вулканического комплекса. В пределах рудопроявления выделяются две системы рудоконтролирующих структур: субмеридиональная и субширотная. Наибольший интерес представляет последняя система тектонических нарушений, образующая Вилючинскую рудоносную зону шириной 400—500 м и протяженностью около 3 км. На глубинах 200—300 м от поверхности наблюдается уменьшение объема жильной массы и выклинивание отдельных жил [65, 109]. Для всей зоны установлен незначительный эрозионный срез. В ее пределах выявлено 35 кварцевых жил, 26 линейно-вытянутых тел вторичных кварцитов и три жильно-прожилковые зоны. Мощность жил от 0,5 до 7,6 м, протяженность от 200 до 1100 м. Мощность зон от 1 до 40,0 м, прослежены они на расстояния до 850 м.

Наиболее богатой является пологопадающая жила № 9, причлененная к зоне Регина со стороны висячего бока. Состав жилы карбонат-кварцевый, содержания золота от 0,2 до 48,3 г/т, серебра — от 6,4 до 945,4 г/т. В ее пределах выявлено слабо эродированное рудное тело длиной на поверхности 250 м и 840 м на глубине. Мощность его от 0,7 до 12,0 м, прослежено по падению на 550 м. Содержание золота на поверхности 12,1 г/т, на глубине — 10,2 г/т.

Жильная зона Регина длиной 1900 м, мощностью от 1 до 16 м, состоящая из зон дробления, аргиллизации и кварцевых жил, вмещает рудное тело длиной 530 м, прослеженное на глубину 200 м. Мощность его 1,2 м, содержание золота 8,3 г/т с поверхности и 9,2 г/т — по скважинам. В зоне № 6, прослеженной на 1,3 км, состоящей из кварцевых жил мощностью до 3,4 м,

выявлено рудное тело длиной 150 м, мощностью 1,3 м, изученное по падению на 220 м, с содержанием золота до 33,6 г/т, серебра — до 100,3 г/т. Жила № 27 протяженностью 350 м, мощностью до 1,0 м содержит золота до 19,4 г/т, серебра — 26,5 г/т. Жила № 7 прослежена на 2800 м, мощность ее до 4,0 м, содержание золота до 15,0 г/т, серебра — 30,2 г/т. На глубине до 150 м содержание золота повышается до 37,1 г/т.

Главными рудными минералами являются пирит, сфалерит, галенит, халькопирит и блеклые руды. Основные текстуры руд — брекчиевая, брекчиевидная, полосчатая, крустификационно-полосчатая, прожилково-вкрапленная, сетчатая. Среди структур преобладают аллотриоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая, зональная, скелетная, гранобластическая, порфиробластическая. Отношение золота к серебру изменяется от 1 : 2 до 1 : 295. Пробность золота 400—600. Оруденение относится к галенит-сфалерит-блеклорудному минеральному типу. На фланге Родникового месторождения находится Вилючинское рудопоявление (VIII-1-13) с прогнозными ресурсами: 2,4 млн т руды, 17 т золота и 76 т серебра [65, 93].

Месторождение Мутновское (IX-2-8) расположено в 60 км к юго-юго-западу от г. Петропавловск-Камчатский, в долине р. Мутновская. На месторождении проведены поисково-оценочные работы [133, 145].

Мутновское рудное поле, площадью около 25 км², приурочено к эрозионной кальдере Жировская палеовулканической постройки эоплейстоценового возраста, сформировавшейся в зоне влияния Мутновско-Асачинского разлома. Вмещают оруденение тела нижней и средней зон питающей вулканической системы жировского вулканического комплекса и субвулканические тела риолитов поздней фазы карымшинского вулканического комплекса. Нижняя зона представлена интрузивным телом сложного состава, в пределах которого встречены андезибазальты, долериты и диориты. Дайковые интрузии андезибазальтов и диорит-порфириров средней зоны продолжают интрузии глубинной зоны, породы гидротермально изменены.

В пределах рудного поля известно более 160 крутопадающих кварцевых, кварц-карбонатных, карбонатных жил, зон прожилкования и минерализованных зон дробления с золото-серебряной и полиметаллической минерализацией [122]. При переходе золоторудных жил из субвулканических тел во вмещающие эффузивно-пирокластические образования происходит их резкое или постепенное выклинивание.

Основные запасы золото-серебряных и серебряно-полиметаллических руд сосредоточены в жильной зоне Определяющая, которая прослежена на 2650 м по простиранию и до 500 м по падению, ее мощность изменяется от 3 до 19 м. Зона локализована в субмеридиональном разломе и представляет собой плитообразную стволую жилу с большим количеством оперяющих ее маломощных

жил, отходящих на 80—100 м. Она сформирована в две стадии минералообразования: первую — серебро-полиметаллическую, вторую — золото-серебряную. Полиметаллическое оруденение приурочено к центральной части и южному флангу жильной зоны, локализованным в пределах интрузии сложного состава жировского вулканического комплекса. Золото-серебряное оруденение тяготеет к северному флангу зоны, где вмещающими являются субвулканические тела кислого состава поздней фазы карымшинского вулканического комплекса. Уровень эрозионного среза жильной зоны и большей части месторождения определен как верхнерудный, а на флангах — надрудный.

Выявлено пять рудных тел с золото-серебряным оруденением, длина их до 300 м, мощность до 3,35 м, на глубину прослежены до 250—300 м. Содержание золота до 10,6 г/т (максимальное 194,1 г/т), серебра — 138,3 г/т (максимальное 3605,2 г/т). В целом для рудного поля характерна минералогическая зональность, выраженная в смене в жилах кварца на карбонат и уменьшении сульфидов от центра к флангам. Протяженность других жил, несущих преимущественно серебряно-полиметаллическое оруденение, составляет 100—800 м, мощность 0,6—1,7 м, содержание золота в них до 3,2 г/т, серебра — до 341,6 г/т. Содержание меди, свинца и цинка составляют соответственно до 0,2, до 10, до 10 %.

Рудные минералы представлены пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, теннантитом, тетраэдритом, фрейбергитом, борнитом, самородным золотом, аргентитом, арсенопиритом, пирротином, марказитом, гесситом, пруститом. Текстуры руд полосчатые, массивные, колломорфно-полосчатые, брекчиевые; структуры — аллотриоморфнозернистые, гипидиоморфнозернистые, коррозионные, эмульсионные, метаколлоидные. Наиболее богатые золото-серебряные руды характеризуются отношением золота к серебру от 1 : 10 до 1 : 15, в серебряно-полиметаллических рудах этот показатель изменяется от 1 : 50 до 1 : 300 (в среднем 1 : 100). Пробность золота 650—837.

Вмещающие оруденение породы пропилитизированы и аргиллизированы с образованием кварц-гидрослюдистых, адуляр-гидрослюдисто-кварцевых, адуляр-монтмориллонит-гидрослюдисто-кварцевых разновидностей. Наиболее мощная и протяженная зона метасоматитов сопровождает жильную зону Определяющая. Протяженность ее 4 км, ширина 400 м. Вертикальный размах золото-серебряного оруденения 300 м, серебряно-полиметаллического — 500 м.

Особенностью Мутновского месторождения, как и Родникового, является наличие на его площади термопроявлений. По данным термокаротажа скважин до глубины 240 м от поверхности происходит неравномерное повышение температуры горных пород до 30 °С, на глубине 350 м температура 80—100 °С, на глубине 400 м — 130—150 °С [122]. Поэтому практически все подсчитанные запасы месторождения располагаются до глубины 240 м

Таблица 47

Запасы и прогнозные ресурсы золота и серебра по Мутновскому рудному полю [122]

Запасы и прогнозные ресурсы	Среднее содержание, г/т		Запасы	
	Au	Ag	Au, кг	Ag, т
<i>Золото-серебряные руды</i>				
Балансовые:				
по категории С ₂	10,3	120,1	11758	137,3
прогнозные ресурсы Р ₁	8,9	174,4	16170	317,9
Итого С ₂ + Р ₁	9,4	153,5	27928	455,2
Забалансовые	6,0	57,6	1742	16,8
<i>Золото-серебро-полиметаллические руды</i>				
Прогнозные ресурсы Р ₁	2,4	249,6	12395	1305,4
Всего по рудному полю	5,0	209,4	42065	1777,4

Таблица 48

Прогнозные ресурсы категории Р₁ свинца, цинка и меди по Мутновскому рудному полю [122]

Запасы руды, млн т	Среднее содержание, %			Запасы, тыс. т		
	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
8,408	1,85	1,81	0,15	155,548	152,185	12,612

(табл. 47—49). Мутновское месторождение не относится к разряду крупных, но из-за чрезвычайно благоприятных географо-экономических условий является первоочередным объектом для доразведки и вовлечения в эксплуатацию.

Рудопроявления Рогатка (IX-1-1) и Быстринское (IX-1-5) расположены в верховьях Паратунки. Субвулканические тела андезитов—диорит-порфиринов поздней фазы завойковского вулканического комплекса вмещают золотоносные кварцевые и кварц-карбонатные жилы. Рудоконтролирующей является система разрывных нарушений северо-западного и субмеридионального направлений. Рудопроявления Быстринское и Рогатка выделены в составе единой Быстринской жильной зоны, которая представляет собой дугообразно выгнутую на юго-запад систему крутопадающих жил общей протяженностью более 3 км, шириной около 1,5 км

Таблица 49

Прогнозные ресурсы категории Р₁ редких и рассеянных элементов в рудах Мутновского месторождения [122]

Тип руды	Запасы руды, млн т	Среднее содержание, г/т				Запасы, т			
		вис-мут	селен	кадмий	индий	вис-мут	селен	кадмий	индий
Золото-серебряные	3,233	23	9	—	—	74,4	29,1		
Серебро-полиметаллические	5,2306	73	—	290	20	381,8	—	1516,9	104,5
Итого	8,4636	—	9	290	20	456,2	29,1	1516,9	104,5

[65]. Для всей зоны характерен надрудный уровень эрозионного среза. В пределах жильной зоны установлена вертикальная зональность, выражающаяся в смене по восстановлению кварца карбонатом, выклинивании жил в зоны метасоматитов и уменьшении содержаний золота и серебра.

На площади проявления Рогатка выявлено 17 жил мощностью до 4,8 м, протяженностью до 400 м. Наиболее рудоносными являются жилы № 1, 2, 3, 6, где содержания золота достигают 20,7 г/т, серебра — 40,6 г/т. В остальных жилах содержания золота не превышают 5 г/т, серебра — до 25,3 г/т.

Рудопроявление Быстринское находится на южном фланге Быстринской жильной зоны. Здесь выявлено 25 жил и зон прожилкования мощностью до 7 м и протяженностью до 400 м, с содержанием золота до 8,4 г/т, серебра — до 200 г/т.

Рудные минералы представлены пиритом, сфалеритом, галенитом, блеклой рудой, халькопиритом, акантитом, арсенопиритом, золотом. Текстуры руд весьма разнообразны — это массивная, полосчатая, вкрапленная, прожилково-вкрапленная, гнездово-полосчатая, брекчиевая, брекчиевидная; структуры — аллотриоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая, коррозионная, пойкилитовая, гранобластическая. Руды относятся к убогосульфидным. Пробность золота 510—590.

Прогнозные ресурсы по всей жильной зоне по категории Р₁ составляют 12 500 кг золота [65].

В пределах Вилучинского рудного узла выявлено четыре первичных ореола золота и серебра (табл. 50), приуроченных к субвулканическим телам среднего состава поздней фазы завойковского и жировского вулканических комплексов.

Характеристика ПГХО золота и серебра Вилочинского рудного узла
(Au, Ag — в г/т; Pb — в %) [68]

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Главные элементы в аномалии	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии
VIII-1	12	19,6	Au	0,001	0,038—4,5
IX-1	6	5,5	Ag	0,05	7,1—125,0
			Au	0,001	0,013—0,1
IX-1	7	2,0	Ag	0,05	0,7—2,0
			Pb	0,0018	0,014—0,1
			Ag	0,05	2,5—90,0
IX-2	6	23,9	Au	0,001	0,025—0,7
			Ag	0,05	2,5—125,0
			Au	0,001	0,024—0,7
			Pb	0,0018	0,021—0,1

Выделяемый нами прогнозируемый Ахомтенский золоторудный узел (600 км²) охватывает бассейны рек Фальшивая, Ахомтен, Лиственничная (лист N-57-XXXIII). Он имеет концентрическое строение: центральную часть занимает интрузивный массив гранодиоритов, на обрамлении развиты покровные и субвулканические

Таблица 51

Характеристика ПГХО золота и серебра Ахомтенского рудного узла
(Au, Ag — в г/т; Bi — в %) [68]

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Главные элементы в аномалии	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии
IX-2	9	2,5	Au	0,001	0,11
X-2	1	2,5	Au	0,001	0,05
			Ag	0,05	0,27
X-2	2	8,0	Au	0,001	0,11
X-2	3	2,8	Au	0,001	0,11
X-2	4	12,2	Ag	0,05	0,9—40,0
			Bi	0,000014	0,0015—0,037
			Au	0,001	0,011—0,5
			Au	0,001	0,11—1,6
X-2	6	14	Ag	0,05	2,1—40,0
			Bi	0,000014	0,0007—0,007
			Au	0,001	0,25
X-2	8	4,0	Au	0,001	0,11
XI-2	1	9,8	Au	0,001	0,11
			Ag	0,05	0,27—1,2

Характеристика литогеохимических аномалий золота и серебра
(Au, Ag — в г/т)

Индекс клетки	Номер на карте	Площадь аномалии, км ²	Главные элементы в аномалии	Фоновые содержания элементов	Содержания элементов в аномалии	Ссылка на литературу
ПГХО						
IX-2	3	1,5	Ag	0,05	0,7	68
XI-1	1	6,2	Au	0,001	0,11	68
XI-1	2	7,4	Au	0,001	0,11	68
XI-1	3	2,8	Ag	0,05	0,58	68
			Au	0,001	0,25	
XI-2	2	1,8	Ag	0,05	0,27	68
			Au	0,001	0,09	
XI-2	3	1,3	Ag	0,05	0,11	68
XII-1	1	3,6	Au	0,0014	0,01—0,03	141
XII-1	2	5,5	Au	0,0014	0,01—0,03	141
			Ag	0,006	0,5—1,0	
ВГХО						
VIII-2	3	4,2	Au	0,002	0,006—0,01	106
VIII-2	5	2,4	Ag	0,05	0,15	106
			Ag	0,05	0,1—0,15	
IX-1	12	2,0	Au	0,001	сл.—0,4	111

фации ранней и поздней фаз ахомтенского вулканического комплекса. Наиболее перспективными на выявление золотого оруденения являются краевые части интрузии гранодиоритов, где установлен ряд первичных ореолов с содержаниями золота до 1,6 г/т, серебра — до 40 г/т [68], множество точечных аномалий с содержаниями золота от следов до 0,4—0,8 г/т (максимальное 2,4 г/т), серебра — от 0,5 до 2,7 г/т (максимальное 38,2 г/т) [111]. В центральной части интрузии ведущими элементами первичных геохимических ореолов являются медь и висмут [68]. С субвулканическими телами ранней и поздней фаз ахомтенского вулканического комплекса связаны поля гидротермально измененных пород, жилы и прожилки карбонатного, кварц-эпидот-карбонатного состава мощностью до 0,5 м [111], в которых может быть локализовано золото-серебряное оруденение. Данные по геохимическим аномалиям, выявленным в пределах Ахомтенского рудного узла, приведены в табл. 51.

За пределами рудных узлов установлен ряд литогеохимических аномалий, данные по ним приведены в табл. 52.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Сера. Проявление серы X-1-4 установлено в кратере вулкана Мутновский [111] и представлено кратерно-озерными сероносными отложениями и отложениями серных илов в двух кратерных озерах, натечными сублимационными образованиями в пределах фумарольных полей. Наибольший интерес представляют кратерно-озерные отложения, содержащие основную массу серной руды. Руды имеют слоистое и тонкослоистое строение, чередование сульфидных и серных прослоев с включением опала и сульфидов железа. Мощность пластов руды от 0,5 до 2,0 м, содержания серы 24—53 %. Из-за мощного ледникового покрова площадь выхода не оконтурена. Проявление неперспективно из-за сложных физико-географических условий.

В незначительных количествах самородная сера присутствует в стенках кратера Авачинского вулкана; представляет только минералогический интерес.

ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ

Алмазы (карбонадо) обнаружены (V-4-1) в валунах и глыбах оливин-пироксеновых пикробазальтов (авачитах) в долине Мутной, расположенной между вулканами Авачинский и Козельский [32]. Размер глыб в поперечнике достигает 5—7 м. Рентгеноструктурным анализом в этих породах установлено присутствие карбонадо в виде массивных и пористых зерен неправильной, остроугольной, иногда изометричной формы размером 0,1—1,0 мм, максимально до 3 мм. Цвет карбонадо черный, темно-серый, редко встречаются выделения более светлой окраски. Микросталлы алмаза ассоциируют с тонкодисперсными поликристаллическими агрегатом карбида кремния, частицами самородного кремния и графита. Основные примесные фазы представлены кварцем, калиевым и натриевым полевыми шпатами, редко встречаются частицы хлорита и единичные зерна рутила.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

Магматические породы вулканического и интрузивного происхождения широко распространены на территории. В качестве строительных материалов наибольший интерес представляют интрузии гранитоидов, субвулканические тела среднего, основного и кислого состава, покровы игнимбриков.

Кислые интрузивные породы. Месторождение гранитов Ахонтенское (X-2-7) расположено в бухте Ахонтен. В береговых обрывах на протяжении 0,8—1 км прослеживаются серовато-розовые мелко-среднезернистые биотитовые граниты. Именно эта разновидность пород ахонтенского гипабиссального комплекса миоценового возраста обладает наиболее насыщенными цветами, имеет хороший рисунок, равномерно шлифуется и пилится, хорошо полируется. Ухудшает качество гранитов отсутствие в массиве пород четко выраженных систем трещин, поэтому они не образуют блоков правильной формы. Глыбы имеют размеры 1,2×2 и 1,3×1,5 м.

По всем качественным показателям граниты соответствуют действующим стандартам и могут применяться в качестве строительного камня во всех видах строительства, включая и гидротехнические сооружения. Запасы на глубину 50 м составляют 10 млн м³ [111]. Возможно использование месторождения для удовлетворения местных нужд в облицовочном камне.

Средние интрузивные породы. Месторождение кварцевых диоритов руч. Каменистый (IV-1-2) расположено на правом борту Правой Вахталки и представляет собой нерасчлененный интрузивный массив. Однородность массива нарушена тектоническими зонами дробления различной мощности и направлений. Вскрышная мощность коры выветривания изменяется от 0 до 27 м, мощность рыхлых делювиально-элювиальных отложений — от 6 до 83 м (средняя 32,5 м) [142]. Вскрытая мощность кварцевых диоритов изменяется от 2 до 112,6 м.

Породы имеют следующие основные физико-механические показатели: объемная масса 2,43—2,77 г/см³, плотность 2,64—2,85 г/см³, водопоглощение 0,3—3,1 %, пористость 1,1—11,0 %, прочность на сжатие сухого образца 90—180 кг/см², морозостойкость более 25 циклов, коэффициент размягчения 0,2—0,8.

Кварцевые диориты не отвечают требованиям ГОСТов по качеству сырья и непригодны для изготовления облицовочных блоков. Выявление промышленных запасов на месторождениях этого типа экономически нецелесообразно. В небольших объемах в пределах мелких участков, слабо затронутых выветриванием, возможна опытно-промышленная разработка.

Месторождение Половинка-I (V-2-6) расположено на правом склоне долины одноименной реки, в 5 км к западу от г. Елизово. Полезным ископаемым является субвулканическое тело диоритов—диорит-порфириров седловского вулканического комплекса. Породы пригодны для всех видов строительных работ, в том числе и для гидротехнических бетонов марки «600» [142]. Балансовые запасы по категории В + С₁ составляют 1084 тыс. м³, в том числе по категории В — 919 тыс. м³. Месторождение подготовлено к освоению.

Месторождение диоритов Карымшинское (VII-1-11) расположено на левом борту Карымшины. Диориты относятся к субвулканической

фации южнобыстринского вулканического комплекса. Пригодны для использования в виде обычного и гидротехнического бетона и на бутовый камень для строительства. Горнотехнические условия благоприятны для разработки открытым способом, мощность вскрыши от 1,4 до 5,8 м. Балансовые запасы строительного камня составляют 22,55 млн м³, по категории С₂ — 42,0 млн м³ [142]. Месторождение подготовлено к разработке.

Кислые и средние эффузивные породы. Месторождение роговообманковых андезитов горы Мишенная (VI-3-7), относящихся к авачинскому вулканическому комплексу, расположено на северо-западном склоне горы Мишенная [5]. Средняя мощность вскрышных пород 4,25 м. Породы пригодны для использования в качестве крупного заполнителя для обычного бетона марок «75»—«100» в конструкциях, не насыщаемых водой, и для заполнения кислотных башен. Балансовые запасы составляют 1,04 млн м³. Месторождение утратило промышленное значение с 1961 г. ввиду нахождения в черте города.

Месторождение андезитов Узовское (VII-3-1) находится на п-ове Завойко, в 500 м к югу от бухты Раковая. Андезиты относятся к завойковскому вулканическому комплексу. Пригодны для использования в качестве буттового камня и крупного заполнителя для бетона марок «150»—«200» [5]. Запасы по категориям А + В + С₁ — 873 тыс. м³. Месторождение утратило промышленное значение с 1960 г. ввиду нахождения в черте города.

Основные эффузивные породы. Месторождение Петровское (VI-2-8) расположено в черте г. Петропавловск-Камчатский. Массив долеритов позднемелового возраста имеет размеры 2×3,8 км. Породы пригодны для получения щебня и заполнителя бетонов до марки «600». Запасы по категории С₁ равны 4,7 млн м³, по категории С₂ — 24,23 млн м³ [41, 142]. Месторождение эксплуатируется с 1963 г. На 1.01.1993 г. балансовые запасы по категории С₁ составили 1,485 млн м³.

Месторождение Казакское (VII-2-5) находится на северном берегу бухты Крашенинникова и представлено базальтами крашенинниковского вулканического комплекса. Щебень базальтов может использоваться как заполнитель бетонов марок «200» и выше. Подсчитанные запасы составляют по категориям (тыс. м³): А — 212, В — 900, С₁ — 1541 [5]. Месторождение утратило промышленное значение с 1971 г. в связи с расширением г. Вилючинск.

Месторождение Приморское (VII-2-9) расположено на левобережье р. Большой Виллой. Покров голоценовых базальтов и шлаков, относящихся к бархатному вулканическому комплексу, имеет длину 3 км и ширину 1—5,5 км. Технологическими испытаниями установлена пригодность щебня для различных видов и марок бетонов

[41, 142]. Запасы по категориям А + В + С₁ составляют 4,1 млн м³. Месторождение разрабатывается.

Перлиты. На восточном склоне горы Купол выделено два экстрезивных купола, сложенных перлитами, полосчатыми и сферолитовыми риолитами, отнесенными нами к ранней фазе купольного вулканического комплекса. Наиболее крупный северный купол (III-3-6) имеет площадь 1,125 км² и высоту до 100 м. Мощность перлитов от 10 до 20 м [6, 7]. Мощность перлитов южного купола (IV-3-2) равна 2 м. Объем вкрапленников в породе не превышает 15—20 %, представлены они кварцем, плагиоклазом, биотитом. Удельный вес пород 2,47 г/см³, объемный вес 2,01 г/см³, пористость 18,2 %, водопоглощение 5,38 %, объемный вес вспученного перлитового гравия 0,27 г/см³. Коэффициент вспучивания 10,3. Наиболее ценны пемзовые перлиты, являющиеся хорошим сырьем для приготовления легких заполнителей для бетона.

Месторождение Начикинское (VII-1-10) находится на левобережье р. Левая Быстрая. Перлиты образуют дайковые и пластообразные апофизы крупного субвулканического тела риолитов среди цеолитизированных туфов (поздняя фаза карымшинского комплекса). Вулканические стекла — массивные породы класса Б, относятся ко второй и третьей группе (ГОСТ 25226-86) [81]. Вмещающие их туфы представляют собой цеолитовое сырье низкого—среднего качества, по содержанию цеолитов туфы относятся к бедным. Они могут использоваться как активные добавки в цемент. Прогнозные ресурсы категории Р₁ перлитового сырья составляют 3,7 млн м³, цеолитизированных туфов и активных минеральных добавок — 6,45 млн м³.

Месторождение перлитов Паратунское (VII-1-13) расположено в 13 км к югу от пос. Паратунка [104]. Приурочено к экстрезивным куполам риолитов поздней фазы карымшинского вулканического комплекса. Мощность перлитовых зон на вершинах куполов до 40—50 м. Средняя плотность перлита 2,4 г/см³, пористость 18,2 %, коэффициент размягчения 0,6 %. Перлиты пригодны для производства высококачественного перлитового песка, применяемого при изготовлении теплоизоляционных материалов. Запасы по категориям В + С₁ составляют 1,24 млн м³, в том числе по категории В — 340 тыс. м³. Прирост запасов возможен за счет разведки Южного участка, где прогнозные ресурсы перлита оцениваются в 5,5 млн м³. Месторождение подготовлено к освоению.

Туфы. Месторождение вулканических туфов Крутобереговское (VI-3-6) находится в 1,5 км к северо-западу от г. Петропавловск-Камчатский. Туфы относятся к авачинскому вулканическому комплексу. Верхнечетвертичные рыхлые пирокластические отложения направленного взрыва, являющиеся продуктивным горизонтом, прослежены на расстояние 500 м при мощности 52 м. Туфы пригодны как сырье для производства инертных добавок в цемент [142].

Запасы по категориям А + В + С₁ составляют 4,77 млн м³, в том числе по категории В — 1,07 млн м³ [142]. Месторождение подготовлено к освоению.

Месторождение игнимбритов Мутновское (IX-1-9) расположено у северо-восточного подножия вулкана Горелый. Игнимбриты относятся к толмачевскому вулканическому комплексу, мощность их достигает 300 м. Отмечаются промышленные блоки с минимальной трещиноватостью и зоны интенсивно трещиноватых пород. Однородные без трещин разности характеризуются высокими декоративными свойствами, особенно в верхней части разреза. Лабораторные исследования показали их пригодность для получения стеновых камней, блоков и облицовочных изделий [127]. Запасы по месторождению по категории С₂ подсчитаны в трех вариантах и составляют: 1) по общей массе на площади 1,3 км² и средней мощности 33 м — 43 млн м³; 2) при средней блочности 14,7 % — 7,5 млн м³; 3) для верхней части разреза до глубины 25 м, где игнимбриты отличаются более высоким качеством (блочность 20,5 %, мощность 23 м) — 6 млн м³ [127].

Прогнозные ресурсы игнимбритов по категории Р₁ составляют 76 млн м³, а геологические — практически не ограничены.

ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ

Глины кирпичные. Месторождение Паратунское (VII-1-7) находится на южной окраине пос. Паратунка, приурочено к верхнечетвертичным ледниковым отложениям и представлено пластообразной залежью глин длиной около 250 м, шириной 120 м и мощностью около 7,0 м [142]. Глины пригодны для изготовления красного кирпича марки «100». Балансовые запасы сырья по категориям А + В + С₁ составляют 124 тыс. м³. В настоящее время месторождение законсервировано.

Месторождение Крыловское (VII-2-3) расположено в 4 км восточнее пос. Паратунка. Продуктивные отложения позднечетвертичного возраста, представленные глинами и суглинками, залегают в виде пластовой залежи шириной 140—200 м, протяженностью около 500 м, мощностью от 0,45 до 5,15 м [41, 142]. Глины пригодны для изготовления красного кирпича марки не ниже «125». Балансовые запасы сырья по категориям А + В + С₁ составляют 212 тыс. м³. Месторождение не осваивается.

Кроме перечисленных месторождений, небольшие залежи глин и суглинков известны в бухте Ягодная, у поселков Коряки и Сосновка.

ОБЛОМОЧНЫЕ ПОРОДЫ

Песчано-гравийный материал. Месторождение Авачинское (V-4-2) расположено в 16 км к северо-востоку от Петропавловска-Камчатского и представлено рыхлыми пемзосодержащими отло-

жениями пирокластического потока авачинского вулканического комплекса. Мощность продуктивной толщи колеблется от 7,6 до 22,4 м, а по площади всей залежи — от 3,8 до 22,7 м [80]. Песчано-гравийные смеси пригодны в качестве сырья для крупных и мелких заполнителей морозостойких бетонов и строительных растворов, получаемых с использованием тонкомолотой минеральной добавки [80]. Для промышленного освоения подготовлено два участка: Северный и Южный. Балансовые запасы (млн м³): на участке Северный по категориям А + В + С₁ — 4,589, в том числе по категории А — 1,91, В — 0,886; на участке Южный по категории В — 1,91, С₂ — 20. Месторождение подготовлено к освоению [80].

Месторождение Николаевка-I (VI-2-3) находится на правобережье р. Тихая, в 12 км к югу от г. Елизово. Толщу полезного ископаемого образуют верхнечетвертичные водно-ледниковые отложения, неоднородные по гранулометрическому составу. Общая мощность залежи составляет от 13,8 до 17,2 м, протяженность около 900 м при ширине до 500 м. Смесь пригодна для приготовления бетона марки «300» [142]. Балансовые запасы по категориям В + С₁ составляют 7,06 млн м³, в том числе по категории В — 1,74 млн м³ [142]. В настоящее время месторождение находится в резерве.

Месторождение Николаевка-II (VI-2-5) расположено в 3 км к юго-западу от пос. Николаевка. Полезную толщу образуют верхнечетвертичные ледниковые песчано-гравийные отложения с незначительной примесью валунов и глины мощностью от 9,7 до 35 м. Гравийная составляющая пригодна для изготовления бетонов марки «300»—«400», песок можно использовать в качестве слабоактивного наполнителя в бетоны [142]. Балансовые запасы сырья по категориям В + С₁ составляют 4,24 млн м³, в том числе по категории В — 2,22 млн м³. Месторождение эксплуатируется с 1977 г.

Месторождение Быстринское (VII-1-2) расположено на правом борту р. Левая Быстрая, напротив устья р. Средний Ручей. Полезную толщу образуют водно-ледниковые отложения, прослеженные 3-километровой полосой шириной 1500 м и мощностью 27 м. Смесь состоит из валунов (0,10—5 %), гравия (51—74 %) и песка (26—39,2 %). Гравийная составляющая удовлетворяет требованиям ГОСТ, песчаная — по содержанию пылевидных и глинистых частиц — не соответствует ему [142]. Отложения можно использовать в качестве сырья для заполнителей бетонов и строительных работ с предварительным удалением пыли и глины и фракционирования песчаной и гравийной составляющих. Балансовые запасы 37,53 млн м³. Месторождение подготовлено к освоению.

Месторождение Озеро Ближнее (VII-1-5) находится на левобережье Паратунки, в 3 км к северо-западу от с. Паратунка. Продуктивные отложения, представленные пластообразной залежью, относятся к верхнечетвертичным ледниковым образованиям.

Они прослежены на 5 км при мощности залежи от 4,2 до 8,7 м [142]. Песчано-гравийный материал пригоден для изготовления бетонов марок «300»—«400». Балансовые запасы (млн м³): по категориям В + С₁ — 5,38, в том числе по категории В — 0,99, С₂ — 15,18. Месторождение законсервировано [142].

К группе песчано-гравийных материалов в связи с общей областью их применения отнесены месторождения вулканических шлаков.

Месторождение вулканических шлаков Козельское (V-4-3) расположено у юго-восточного подножия горы Козельская, в 45 км от Петропавловска-Камчатского. Полезная толща представлена пирокластическим покровом, образование которого связано с эксплозивным извержением Авачинского вулкана в феврале 1945 г. Средняя мощность покрова в контуре месторождения 0,8—1,0 м. Месторождение эксплуатировалось с 1956 г. В настоящее время балансовые запасы шлаков исчерпаны, обрабатываются пропущенные ранее некондиционные участки [142].

Месторождение горы Шлаковая (VII-2-8) находится в 15 км юго-западнее пос. Сельдевой и представлено двумя слившимися своими основаниями современными шлаковыми конусами. Залежь шлаков имеет площадь 2 км², мощность варьирует от 2,3 до 60 м. Шлаки пригодны для изготовления конструкционного, теплоизоляционного, дорожного и гидротехнического бетонов. Балансовые запасы составляют (млн м³): по категориям В + С₁ — 16,464, в том числе по категории В — 3,626, С₁ — 12,838 [41, 142]. Месторождение сезонно разрабатывается с 1972 г.

Месторождение вулканических шлаков Паратунское (VIII-2-2) расположено в 35 км к юго-западу от Петропавловска-Камчатского. Месторождение приурочено к пяти вулканическим конусам, относящимся к бархатному вулканическому комплексу. Общая площадь полезной залежи в плане около 5 км². Вскрытая мощность полезного ископаемого изменяется от 2,0 до 56 м [125]. Вулканические шлаки пригодны для получения на их основе конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного бетонов марок от «100» до «400», строительства жилых и производственных помещений, используются в кладочных растворах. Промышленные запасы (млн м³): по категориям В + С₁ — 53,85, в том числе по категории В — 20,85, С₂ — 26,43 [142]. Месторождение подготовлено к освоению.

Песок строительный. Месторождение Пиначевское (IV-2-1) расположено на правом берегу р. Пиначевская, в 3 км ниже впадения в нее р. Дремучая. Месторождение приурочено к верхнечетвертичным водно-ледниковым отложениям. Полезная толща представляет собой пластообразную залежь песка мощностью от 1,82 до 4,0 м, которая перекрывается суглинками и почвенно-растительным слоем средней мощностью 0,33 м и подстилается гравийно-галечно-валунистыми отложениями. Пески полимиктовые среднезернистые. Запасы песка по категории С₁ — 1,74 млн м³, гравия —

0,147 млн м³ [41, 142]. Пески пригодны для получения кладочных и штукатурных растворов и бетонов.

Месторождение Сопка Лысая (VI-2-2) расположено на юго-восточной окраине г. Елизово. Продуктивные современные пролювиальные отложения слагают пластообразную горизонтальную залежь площадью 0,5 км² и мощностью до 15 м. Пески пригодны для получения кладочных и штукатурных растворов и бетонов. Запасы по категориям А + В + С₁ составляют 2,44 млн м³ [142]. Месторождение эксплуатируется.

Месторождение Малая Лагерная (VII-3-2) расположено в 7 км северо-западнее мыса Маячный. Толща пляжевых морских песков прослежена на расстояние 2 км при ширине 200 м и мощности 7 м. Пески пригодны для строительных растворов и после обогащения — для наземных и гидротехнических бетонов [41, 142]. Балансовые запасы сырья по категориям В + С₁ составляют 1,58 млн м³. Месторождение эксплуатируется с 1972 г.

Месторождение Халактырское (VII-4-1) находится на берегу Тихого океана, в районе пос. Халактырка. Месторождение образовано системой береговых валов и разграничивающих их неглубоких (до 4 м) ложбин. Валы тянутся вдоль современного Халактырского пляжа на 8,5 км при ширине от 300 до 1000 м. Протяженность разведанного участка 3,8 км, ширина от 200 до 600 м. Средняя мощность песков 3,5 м. Пески пригодны для изготовления кладочных и штукатурных растворов. Промышленные запасы месторождения составляют (млн м³): по категориям В + С₁ — 4,91, в том числе по категории В — 0,999, С₂ — 6,34 [75, 130]. Месторождение эксплуатируется.

Месторождение Озеро Большой Виллой (VIII-3-2) расположено на берегу Авачинского залива, в 3,6 км севернее мыса Саранный. Это современные морские отложения, слагающие морскую косу, отделяющую озера Большой Виллой и Пресное от акватории Авачинского залива. Продуктивные отложения представлены пластовой залежью мощностью 4,2 м, длиной 3 км, шириной около 300 м. Пески могут быть использованы в качестве наполнителя бетонов и в качестве инертного заполнителя в штукатурные и кладочные растворы [142]. Запасы по категориям В + С₁ — 3,86 млн м³, в том числе по категории В — 1,16 млн м³. К эксплуатации не намечается.

ПРОЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Гипс. Проявление гипса XII-2-2 находится в бухте Асача [141]. В береговых обрывах наблюдается зона гидротермально измененных пород юшинского вулканического комплекса. Простирается зона северо-западное, длина до 1000 м, ширина 400 м. Породы представлены метасоматитами каолинит-кварцевого состава и пропилитами. Многочисленные прожилки в них состоят из гипса, каль-

цита, цеолита. Размер ячеек, образованных прожилками гипса, составляет 2×3 и 1×2 см, мощность прожилков 2—8 мм. Содержание СаО по данным химического анализа колеблется от 8 до 11 %, в пересчете на гипс — 22—31 % [141]. Площадь огипсованных пород 8000 м². Ориентировочно ресурсы оцениваются в 500 тыс. м³. Объект малоперспективен.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

На изученной площади находится пять месторождений, 32 проявления термальных вод и три — холодных минеральных, которые приурочены к разновозрастным вулканическим комплексам и крупным тектоническим структурам. Геологическая позиция термопроявлений и их характеристика приведены в гл. «Гидрогеология» (табл. 56). Все термальные воды района являются минеральными лечебными, но приоритетным направлением в эксплуатации Паратунского, Верхнепаратунского и Мутновского месторождений является теплоэнергетика.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ЛЕЧЕБНЫЕ ВОДЫ

Источники Тимоновские (II-1-2) расположены в бассейне р. Тимоновская, тип вод бальнеологический (табл. 56). Прогнозные потенциальные водные ресурсы источников составляют 13 тыс. м³/сут. Прогнозные потенциальные геотермальные ресурсы — 710 тыс. Гкал/год. Прогнозные температуры при глубине освоения 2000 м составляют на глубинах 500—1000—1500—2000 м соответственно 95—110—110—150 °С [76]. Прогнозные эксплуатационные ресурсы промышленных вод составили для рубидия 0,2 т/год, для калия — 47,3 т/год в расчете на общие прогнозные эксплуатационные ресурсы, равные 50 л/с (4320 м³/сут) [89].

Источники Китхойские (III-3-3, 5) находятся в истоках р. Китхой. Термоминеральные воды содержат (мг/дм³): литий — 2,8, рубидий — 0,17, калий — 50. Прогнозные ресурсы для них составляют 2,8; 0,2 и 50,5 т/год соответственно [89]. Прогнозно-эксплуатационные водные ресурсы составляют 32 л/с (2765 м³/сут) [89].

В бассейне р. Налычева расположены десять групп источников — Краеведческие (III-4-4), Таловские (III-4-5), Шайбные (III-4-7), Желтореченские (III-4-9), Горячереченские (III-4-10), Налычевские (III-4-11), Аагские (IV-3-4), Чистинские (IV-3-5), Корякские нарзаны (IV-3-8) и Шумнинские (IV-4-1). Из вышеперечисленных источников холодными минеральными являются Чистинские, Шумнинские, Корякские нарзаны; Аагские источники

есть термальные и холодные. Остальные источники являются термальными. Воды всех источников отнесены к минеральным лечебным, а воды месторождения Налычевское (III-4-8) и к теплоэнергетическим [124]. Месторождение изучено до глубины 217 м, термальные воды вскрываются с глубины 25—117 м. Скважины самоизливающиеся с высотой напора над поверхностью 2,15—7,25 м. Дебиты самоизлива 1,4—65 л/с, удельные дебиты 6,8—8,3 л/с. Температура на устье 58—75 °С. Запасы по Налычевскому месторождению и по источникам утверждены ТКЗ по бальнеологическим типам и приведены в табл. 53.

Экономическая эффективность использования вод этого месторождения может быть повышена попутным извлечением из отработанных термоминеральных вод ценных компонентов — лития, рубидия, цезия, бора, мышьяка, стронция, калия. Прогнозные запасы микроэлементов (т/год): лития — 91,6, рубидия — 15, цезия — 9,4, бора — 718,1, стронция — 28, калия — 2883, мышьяка — до 600 [89].

Месторождение является одним из наиболее перспективных в Камчатской области. На базе его возможно создание санаторно-курортного комплекса.

Кеткинское месторождение Пиначевской геотермальной площади (V-2-1) расположено в нижнем течении рек Колокольникова и Пиначевская. На площади разгружаются Пиначевские источники (V-2-2). Кеткинское месторождение опоисковано скважинами до глубины 1500—2300 м [91]. Термоминеральные воды вскрываются по всему разрезу. Температуры на изливе скважин 73 °С, на глубине — до 85 °С. Дебиты скважин при самоизливе 3,8—4,9 л/с. Пьезометрические напоры достигают +211 м в водоносном комплексе метаморфизованных пород (никольская толща). В плиоцен-четвертичных вулканических комплексах формируется зона «растека». Тип циркуляции вод здесь трещинно-пластовый, пьезометрические напоры +4,3—7,7 м, дебиты скважин при самоизливе до 9,3 л/с. Химический состав терм в скважинах хлоридно-натриевый с минерализацией от 2,2 до 8,7 г/дм³, в нижних зонах она достигает 10—14 г/дм³.

Выделено два бальнеологических типа минеральной воды: I тип — слабосульфидная ($H_2S_{\text{общ}}$ — 0,011—0,067 г/дм³), высокотермальная (45,5—69,0 °С), средне- и высокоминерализованная (8,0—11,4 г/дм³), хлоридная кальциево-натриевая кремнистая (H_2SiO_3 — 0,042—0,108 г/дм³), борная (H_3BO_3 — 0,068—0,194 г/дм³), слабощелочная (рН 7,9—8,6) азотно-метановая; II тип — кремнистая (H_2SiO_3 — 0,038—0,052 г/дм³), слабощелочная (24—43 °С), маломинерализованная (2,4—5,2 г/дм³), борная (H_3BO_3 — 0,066—0,103 г/дм³), слабощелочная—щелочная (рН 7,7—9,0) азотно-метановая. Первый тип вод рекомендуется для наружного применения, второй — для лечебно-питьевых целей. Скважины газифицированы углекислым газом, присутствует и гелий в количестве до 0,03 об. %.

Эксплуатационные запасы минеральных вод бассейна р. Налычева [124]

Таблица 53

Оцениваемые водоупункты	Эксплуатационные запасы по категориям, м ³ /сут			Температура воды, °С	Тип минеральной воды (близкий аналог)
	В	С ₁	С ₂		
<i>I. Слабомышьяковитые борные кремнистые термальные минеральные воды</i>					
Налычевское месторождение (III-4-8)	1114	3305	9400	28—73	Налычевский
Таловские источники (III-4-5)	—	77	490	23—33	»
Шайбные источники (III-4-7)	—	—	11	13—18	»
Краеведческие источники (III-4-4)	—	6	66	40—50	»
<i>II. Холодные, реже термальные, углекислые минеральные воды</i>					
Чистинские источники (IV-3-5)	—	8	—	6—10	Дилижанский
Коряжские нарзаны (IV-3-8)	—	—	449	12—14	Дарасунский
Шумновские источники (IV-4-1)	—	—	5	10—12	Аршанский
Алагские термальные и холодные (IV-3-4)	—	—	30	39—40	Дарасунский
			6	5—8	»

Примечание. Запасы по Налычевскому месторождению соответствуют глубине освоения до 300 м при средневзвешенной температуре 67 °С.

Запасы месторождения утверждены ТКЗ 23.12.1994 г. в количестве: по категории С₁ — 1729 м³/сут (средневзвешенная температура 60 °С), в том числе для первого типа 1633 м³/сут (средневзвешенная температура 64,3 °С), для второго — 95 м³/сут (средневзвешенная температура 47,3 °С); по категории С₂ — 1780 м³/сут (средневзвешенная температура 61,1 °С), в том числе для первого типа — 1339 м³/сут (средневзвешенная температура 65,9 °С), для второго — 441 м³/сут (средневзвешенная температура 55,5 °С) [91]. На базе месторождения предполагается строительство санатория-профилактория и его теплоснабжение. В настоящее время вода скважин используется в водолечебнице. Кроме того, может представлять интерес попутное извлечение лития и бора.

Скважина (VI-2-1) приурочена к Авачинскому грабену, глубина ее 1503 м. В интервале 443—445 м отмечен газ (метан) и водонасыщенная смесь [142]. По окончании бурения дебит воды составил 2,2 л/с, температура на устье 17,8 °С, на забое 33 °С, дебит газа 4,0—4,5 л/с. Воды хлоридно-натриевого состава с минерализацией 17—20 г/дм³. Скважина относительно перспективна и служит для эксплуатации минеральных вод.

Источники Асачинские (XI-1-4) расположены на р. Асача, около устья руч. Опасный. Прогнозная температура на глубине 1500 м составляет 70 °С, потенциальные ресурсы 17,3 тыс. м³/сут [76]. В районе термального болота имеются залежи лечебной грязи, объем которой около 2500 м³. Гидрохимический тип вод приведен в табл. 56.

ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫЕ (ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ) ВОДЫ

Месторождение термоминеральных вод Паратунское (VII-1-4) расположено в среднем течении р. Паратунка и объединяет Северный (VI-2-6), Среднепаратунский (VII-1-9) и Нижнепаратунский (VII-2-4) участки, участок Промежуточный и скважину в районе оз. Микижа (VI-1-15). По химическому составу воды сульфатные и хлоридно-сульфатные натриевые и кальциевые с минерализацией 0,8—2,5 г/дм³. Содержание в воде (мг/дм³): кремнекислоты — от 15 до 182, борной кислоты — от 3 до 32, стронция — от 0,5 до 3,3, мышьяка — от 0,4 до 4,0, фтора — от 0,4 до 4,4, лития — от 0,1 до 0,35 [120]. Месторождение разведано до глубины 1000 м.

Эксплуатационные запасы по категории В составляют 23,3 тыс. м³/сут при средневзвешенной температуре 77 °С, в том числе по участкам: Северный — 4,91 тыс. м³/сут (средневзвешенная температура 67 °С), Нижнепаратунский — 3,89 тыс. м³/сут (средневзвешенная температура 78 °С), Среднепаратунский — 14,5 тыс. м³/сут (средневзвешенная температура 81 °С) [120, 142]. Способ эксплуатации месторождения фонтанный, на Промежуточном и Микижинском участках — насосный.

Термоминеральные воды Паратунского месторождения используются для тепло-горячего водоснабжения поселков Паратунка и Термальный и тепличного хозяйства, а также в бальнеологических целях в многочисленных санаториях-профилакториях, бассейнах. Водоотбор в 1991 г. составил 21 тыс. м³/сут, максимальный был в феврале — 25,3 тыс. м³/сут, что на 8 % превышает утвержденные запасы. После 1986 г. ведется принудительная эксплуатация скважин, пробуренных после утверждения запасов. С целью оценки перспектив глубоководных термоводоносных зон на всех трех вышеперечисленных участках пробурено по одной скважине глубиной 2500 м.

Месторождение Верхнепаратунское (VII-1-12) расположено в бассейне р. Паратунка, у восточного подножия сопки Горячая. На площади месторождения разгружаются Верхнепаратунские (VIII-1-1) и Поперечные (VIII-1-8) источники. Месторождение разведано на глубину 1757 м. До глубин 400—600 м находится зона циркуляции относительно низкотемпературных вод, эксплуатационные запасы термоминеральных вод выявлены на глубинах более 600 м. Дебиты скважин колеблются от 7,6 до 60,0 л/с, температура на изливе от 68,9 до 95,0 °С, пьезометрический уровень от +46,3 до 119,1 м. Воды сульфатные, хлоридно-сульфатные натриевые и кальциево-натриевые с минерализацией от 0,9 до 1,5 г/дм³, кремнистые (H₂SiO₃ — 37—38 мг/дм³). Содержание (мг/дм³): борной кислоты — 2—9 (до 35), фтора — до 4,4, лития — от 0,4 до 1,9, мышьяка — от 0,13 до 1,0. Газовый состав вод преимущественно азотный, несколько повышены концентрации радона — до 14,4 · 10⁻¹⁰ Ки/дм³.

Эксплуатационные запасы месторождения (утверждены в 1981 г.) составляют по категории В — 21,6 тыс. м³/сут, по категории С₁ — 1,7 тыс. м³/сут при средневзвешенной температуре 76,5 °С и на неограниченный срок эксплуатации месторождения [139]. Прогнозные потенциальные ресурсы (Р₁) составляют 40 тыс. м³/сут. Месторождение подготовлено к промышленному освоению. Основным назначением его эксплуатации предполагается теплоснабжение теплично-овощного комплекса совхоза Термальный. В настоящее время ведется строительство теплотрассы. Воды могут также использоваться и для бальнеологических целей в виде ванн и в качестве лечебно-столовых вод [123].

Источники Турпанские (VII-2-2) и Ягодные (VII-2-7) входят в Южно-Бережное месторождение. Месторождение опосковано скважинами до глубин 270—1572 м в районе оз. Ближнее (VII-2-6) и бухты Ягодная (VII-3-3). Дебиты скважин составляют от 2,9 до 9,2 л/с, пьезометрический уровень скважин +10,9—16,0 м, температура воды на изливе от 42 до 72,5 °С. По химическому составу воды хлоридные, гидрокарбонатно- и сульфатно-хлоридные кальциевые и натриево-кальциевые с минерализацией от 0,6 до 11,1 г/дм³, кремнистые (H₂SiO₃ — до 58 мг/дм³), борные

(H₂BO₃ — от 5 до 14 мг/дм³), по газовому составу азотные. Источник Турпанский газифицирует сероводородом.

В 1992 г. ЦКЗ ГК «Газпром» утверждены запасы Южно-Бережного месторождения в количестве 0,9 тыс. м³/сут по категории С₂ [79, 101, 142]. Прогнозные эксплуатационные водные ресурсы по категории Р₁ равны 40,6 тыс. м³/сут, геотермальные ресурсы — 1111,8 тыс. Гкал/год [79, 101, 142]. Месторождение перспективно для локального теплоснабжения и использования вод для бальнеологических целей.

Источники Вилуйские (VIII-3-1) расположены в районе оз. Лиман. Прогнозная температура на глубине 2000 м составит 75 °С, а минимальные водные ресурсы — 5 л/с. Прогнозные геотермальные ресурсы равны 13 404 Гкал/год. Термопроявление отнесено к малоперспективным [76].

Источники Вилучинские (IX-1-3, 4) расположены в верхнем течении р. Вилуча. Поисковой скважиной глубиной 295 м в интервале 31,5—234 м вскрыты термальные воды с температурой 76 °С [99]. Скважина самоизливается с дебитом 50 л/с, пьезометрический уровень +10 м. Прогнозная температура на глубине 1000 м составляет 95 °С, потенциальные ресурсы — 78 тыс. м³/сут [76]. Проявление перспективно для локального теплоснабжения, воды могут быть также использованы и в качестве лечебных.

В Мутновский геотермальный район входят источники Нижнежировские (IX-2-4, 5), Воиновские (IX-2-7), Верхнежировские (IX-1-8), Дачные (IX-1-11), Северо-Мутновские Западные (IX-1-14) и Восточные (X-1-1), Западно-Мутновские (X-1-2), проявление вулкана Мутновский (X-1-3).

Наиболее перспективный участок Дачный разведан до глубины 2100 м [119]. Выделяются две зоны термальных вод: верхняя (интервал 255—873 м) — пароконденсатная с температурами от 205 до 252 °С с теплосодержанием от 480 до 660 ккал/кг и нижняя (интервал 900—2100 м) — перегретых вод с температурами от 250 до 300 °С и более с теплосодержанием от 250 до 361 ккал/кг. Химический состав конденсата пара гидрокарбонатно-аммониевый с минерализацией 0,03—0,05 г/дм³. Водная фаза в скважинах хлоридная и хлоридно-сульфатная натриевая с минерализацией от 0,6 до 2,5 г/дм³. Воды кремнистые (H₂SiO₃ — от 50 до 1000 мг/дм³ и более), борные (H₃BO₃ — от 9 до 184 мг/дм³), мышьяковистые (в источниках от 0,02 до 1,7 мг/дм³, в скважинах до 25 мг/дм³). Газовый состав в основном углекислый, реже азотный. Отмечаются повышенные содержания сероводорода и радона.

По состоянию на 1.10.1990 г. запасы по Мутновскому месторождению (IX-1-10) составляют по категории С₁ — 156,2 кг/с пара с теплосодержанием 660 ккал/кг, что эквивалентно 78,1 МВт электрической мощности, по категории С₂ — 186 кг/с, прогнозные ресурсы (Р) — 317 кг/с [121].

Месторождение готовится к опытно-промышленному освоению для первой очереди ГеоТЭС мощностью 70 МВт. Месторождение

имеет также и бальнеологическое значение, на его базе возможна организация лечебниц с использованием вод для наружного и, в ряде случаев, внутреннего применения. Разрабатывается ТЭО использования отработанных термальных вод для теплоснабжения Петропавловск-Елизовской агломерации.

ПИТЬЕВЫЕ ПРЕСНЫЕ ВОДЫ

Месторождение пресных вод Елизовское (V-2-5) расположено в г. Елизово; проведена его детальная разведка [71]. Месторождение приурочено к верхней части артезианского бассейна. Фундаментом являются метаморфизованные образования никольской толщи, чехлом — современные аллювиальные отложения мощностью 71 м. Продуктивным является водоносный горизонт современных аллювиальных отложений, представленных гравийно-галечниковым материалом с песчаным и супесчаным заполнителем. Наиболее водообильна верхняя часть водоносного горизонта мощностью 30 м, где коэффициенты фильтрации колеблются от 100 до 657 м/сут [113]. Питание подземных вод происходит в основном за счет инфильтрации поверхностных вод р. Авача. Химический состав вод гидрокарбонатный натриево-кальциевый с минерализацией 0,1 г/дм³, жесткость воды от 0,57 до 1,46 мг-экв. Воды соответствуют существующему ГОСТу для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Эксплуатационные запасы месторождения утверждены 25.12.1991 г. и составляют по категории А — 132,7 тыс. м³/сут, В — 73,1 тыс. м³/сут [113]. Месторождение является основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения городов Петропавловск-Камчатский и Елизово, эксплуатируется с 1976 г.

Месторождение пресных подземных вод Быстринское (VI-3-1) расположено у подножия Авачинского вулкана, на р. Быстрая. Месторождение приурочено к артезианскому вулканогенному бассейну и представлено водоносным комплексом рыхлых четвертичных отложений мощностью около 500 м. Наиболее обводненными являются галечно-гравийно-песчаные пролювиальные отложения современного возраста мощностью 110—180 м. На разведанном восточном участке месторождения [131] вскрыты напорные воды, защищенные от поверхностных загрязнений, глубина залегания вод от первых до 40—50 м и более. Воды гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные со смешанным составом катионов с минерализацией от 0,1 до 0,3 г/дм³. Воды отвечают требованиям ГОСТа для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Разведанные запасы месторождения по категориям А, В и С₁ составляют соответственно 60, 40 и 25 тыс. м³/сут [131]. Подсчитанные эксплуатационные ресурсы позволяют рассчитывать на создание водозаборов производительностью порядка 60 и 40 тыс. м³/сут. Месторождение подготовлено к промышленному освоению для водоснабжения г. Петропавловск-Камчатский, в настоящее время ведется строительство водозабора.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

Территория листов целиком входит в Южно-Камчатский металлогенический район [108]. Основными компонентами его минерально-сырьевой базы, обеспечивающими экономическую перспективность, являются месторождения стройматериалов, золоторудные объекты, термальные и минеральные воды, парогидротермы. Закономерности их размещения предопределяются неоген-четвертичным вулканизмом. Их проявление является отражением различных сторон этого процесса: парогидротермы представляют собой гидротермально-рудно-магматические системы на современном этапе их деятельности, золото-серебряные объекты характеризуют металлогеническую специализацию магматизма, а в качестве строительных материалов используются в основном продукты этого процесса.

Рассмотрим основные положения закономерностей размещения лишь вышеотмеченных профилирующих для данной территории (в настоящее время) полезных ископаемых. Элементы закономерностей проявления большинства других полезных ископаемых рассмотрены в гл. «Полезные ископаемые».

Золото. Проявления золоторудной минерализации являются типичными представителями золото-серебряной формации молодых вулканических областей. Особенности их локализации типичны для большинства металлических проявлений, они приурочены к неоген-четвертичным вулканическим комплексам, главным образом к телам питающей вулканической системы (субвулканическим телам), со становлением которых в основном парагенетически связана рудоносная гидротермальная деятельность. В связи с этим мы не можем выделить для всего рудного района определенные минерогенические этапы, а говорим лишь об эпохе, совпадающей со временем кайнозойской вулканической активности от миоцена до голоцена. Наиболее продуктивен в этой эпохе период от миоцена до эоплейстоцена включительно, то есть время формирования основного объема вулканических образований района.

Каждый выделенный вулканический комплекс развивался в достаточной степени автономно как в пространстве, так и во времени, и гидротермальная рудоносная деятельность в разных комплексах может быть в определенной мере асинхронна. Поэтому мы говорим о «широком» возрастном спектре формирования золото-серебряных месторождений и проявлений (рис. 6).

В границах листов в рудном районе выделяются рудные узлы и зоны, распределяющиеся согласно структурному районированию территории: Банно-Карымшинский, Вилючинский рудные узлы, Авачинская прогнозируемая рудная зона, Левобыстринский и Ахотенский прогнозируемые рудные узлы и Быстринско-Авачинский узел россыпной золотоносности (рис. 6).

В Южно-Валагинской блоковой зоне многочисленные рудопроявления, шлиховые и геохимические ореолы, главным из которых является Китхойское рудопроявление, объединяются в Авачинскую рудную зону площадью около 1200 км². Она совпадает с полосой субвулканических тел плиоценовых тимоновского и китхойского вулканических комплексов, в которой развиты зоны тектонических нарушений северо-западного и меридионального простираний.

За пределами Авачинской рудной зоны к потенциально перспективным можно отнести поле эрозивной кальдеры гаванского вулканического комплекса (плиоцен) с выходами крупного субвулканического тела, породы которого гидротермально изменены на площади около 40 км². С ними связаны геохимический ореол меди и шлиховой ореол киновари.

Рудоносность площади Малкинско-Петропавловской складчатоглыбовой зоны определяется границами Левобыстринского потенциального рудного узла. Он характеризуется спектром рассеянных на площади 650 км² мелких проявлений, геохимических ореолов золота, серебра, меди, мышьяка. Среди них наиболее крупное проявление Тополек находится на северном фланге узла. Все рудные образования ассоциируются с субвулканическими телами и породами южнобыстринского вулканического комплекса.

Помимо рассмотренного рудного узла, в границах Малкинско-Петропавловской структуры расположен восточный фланг Быстринско-Авачинского узла россыпной золотоносности с промышленной россыпью руч. Каменистый и непромышленной руч. Сумный. Площадь узла в границах работ около 140 км².

Образования верхнемелового базальтового петропавловского вулканического комплекса в пределах Авачинского горста имеют, видимо, иную металлогеническую специализацию. Здесь в нескольких пробах обнаружены аномально высокие содержания меди.

В настоящее время наиболее перспективны в отношении золотоносности (в границах листов) рудопроявления и месторождения, объединенные в Банно-Карымшинский и Вилючинский рудные узлы.

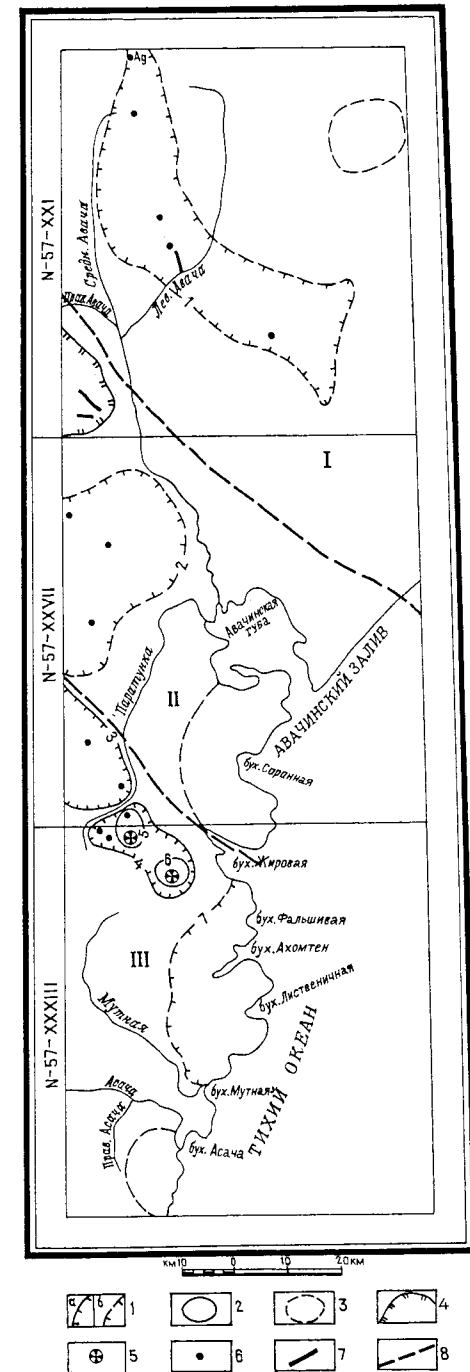
Банно-Карымшинский рудный узел площадью (в границах листов) в 250 км² полностью совпадает в плане с основным полем развития плиоцен-эоплейстоценового карымшинского рудоацинто-

вого вулканического комплекса, что говорит о парагенетической и структурной связи рудоносности со становлением комплекса. В границах узла (комплекса) обнаружены два золото-серебряных — Среднекарымшинское и Верхнепаратунское — проявления, геохимические аномалии золота, зоны кварцевого прожилкования. Рудный узел приурочен к шовной структуре — зоне Вилючинского линеймента, разделяющей Малкинско-Петропавловскую и Южно-Камчатскую тектонические зоны. Среди разрывов различных простираний жильные тела исполь-

Рис. 6. Схема размещения рудных узлов, зон, полей Южно-Камчатского рудного района (листы N-57-XXI, XXVII, XXXIII).

1 — границы рудных узлов и зон (а — установленных, б — предполагаемых); 2 — границы рудных полей; 3 — границы потенциально перспективных площадей; 4 — граница Быстринско-Авачинского узла россыпной золотоносности; 5 — месторождения золота; 6 — проявления золота; 7 — россыпи золота; 8 — тектонические разломы — границы тектонических структур.

Цифровые обозначения. Римские цифры: I — Южно-Валагинская блоковая зона, II — Малкинско-Петропавловская складчатоглыбовая зона, III — Южно-Камчатская блоковая зона. Арабские цифры: 3, 4 — установленные рудные узлы: 3 — Банно-Карымшинский, 4 — Вилючинский; 5, 6 — рудные поля: 5 — Родниковое, 6 — Мутновское; 1, 2, 7 — прогнозируемые рудные узлы и зоны: 1 — Авачинская, 2 — Левобыстринский, 7 — Ахотенский.



зуют нарушения северо-западного простирания. Кислый состав пород вмещающего комплекса, его известково-щелочная петрохимическая специализация, видимо, влияют на тип минерализации рудопроявлений, обуславливая убогосульфидный его характер.

Вилючинский рудный узел площадью около 200 км² объединяет Родниковое и Мутновское рудные поля, которые тяготеют к разным вулканическим комплексам. Золото-серебряные месторождение Родниковое и рудопроявление Вилючинское, объединенные в Родниковое рудное поле, связаны с субвулканическими телами миоценового завойковского вулканического комплекса. Его площадь около 20 км². Мутновское месторождение, которое находится в одноименном рудном поле площадью около 35 км², обнаруживает пространственную связь с субвулканическим массивом среднего состава, принадлежащим к жировскому вулканическому комплексу. Объединение этих полей в один рудный узел проведено главным образом по структурным соображениям. Они тяготеют к субмеридиональной зоне нарушений, относимой Е. А. Лоншаковым к Паратунско-Авачинскому разлому, имеют сходный тип рудной минерализации и, возможно, близки по времени рудоносного этапа гидротермальной деятельности. О последнем могут свидетельствовать эоплейстоценовые К-Аг возрасты жил Родникового месторождения [122].

В Прибрежном горсте в поле развития ахонтенской вулканоплутонической ассоциации выделен прогнозируемый Ахонтенский рудный узел. Его площадь около 600 км². Он вытянут в меридиональном направлении от северного борта бухты Вилючинская до бухты Мутная на 40—45 км. Металлогеническая специализация этой площади несколько отличается от указанных выше. Помимо обычной золотой специфики, для нее характерна медная и полиметаллическая минерализация. Для интрузивной части вулканоплутонической ассоциации характерны золото-полиметаллические геохимические аномалии, а для вулканического комплекса, обрамляющего интрузивный — золотые и медные. В пределах прогнозируемого рудного узла не выявлено значимых рудопроявлений. Возможно, это объясняется значительной эродированностью ахонтенского вулканического комплекса, что в частности подтверждается небольшой площадью выходов его покровной фации. Это обстоятельство не отрицает перспективности более глубоких горизонтов данной вулканоплутонической ассоциации.

Потенциально перспективна западная часть плиоценового вицеавского вулканического комплекса, сложенная дацитовыми субвулканическими телами, представляющая собой восточное обрамление Асачинского рудного поля, которое находится за границей района работ. Наличие геохимической аномалии золота связано с близостью рудного поля, продуктивностью дацитовых тел.

Анализируя размещение объектов, можно отметить, что решающими рудоконтролирующими факторами являются магматический и тектонический. Характерна пространственная и структурная связь

минерализации с субвулканическими телами вулканических комплексов. Практически значимой минерализации в эффузивно-пирокластических образованиях не встречено. Интрузивные комплексы содержат меньше признаков золотоносности по сравнению с вулканическими. Обычно тектонические рудоконтролирующие структуры носят характер зон разрывов. В них же происходит и локализация рудных тел. Таково положение рудопроявлений Авачинской рудной зоны, Банно-Карымшинского и Вилючинского рудных узлов — главных металлогенических элементов района работ.

Глубинным рудоконтролирующим фактором является наличие зон повышенной проницаемости, которые на поверхности фиксируются крупными полями субвулканических тел и зонами нарушений. На глубину они прослеживаются комплексом геофизических методов и определяются по «исчезновению» границ разделов структурных ярусов.

Наиболее перспективными рудными узлами в пределах Южно-Камчатского рудного района являются те, где продуктивная гидротермальная деятельность происходила в плиоцене—эоплейстоцене.

Термальные воды. Анализ имеющихся материалов показывает, что основным эндогенным источником энергии на ближайшую перспективу для исследованной территории являются парогидротермы, и имеющиеся в зоне городской агломерации месторождения термальных вод будут все шире вовлекаться в эксплуатацию как источник тепловой энергии и с бальнеологическими целями.

Широкое развитие источников термальных вод позволяет сделать выводы о закономерности их распространения, исходя из анализа геологической ситуации. Основные факторы, контролируемые их проявления, те же, что и для рудной минерализации. В связи с тем, что теплоноситель образуется в настоящее время, стратиграфический (временной) фактор имеет лишь косвенное значение. Выходы термальных источников структурно и, возможно, парагенетически связаны с региональными магматическими формациями плиоцен-четвертичного возраста. Это свидетельствует о решающей роли магматического фактора в размещении термоявлений. Многие термальные источники тяготеют к субвулканическим телам плиоценовых, эоплейстоценовых, нижнеплейстоценовых вулканических комплексов на участках их пересечения разрывными нарушениями. Таково положение Тимоновских, Китхойских, Жировских, Карымшинских, Воиновских источников. Часть выходов находится вблизи подножий плейстоценовых экструзий. Крупнейшими среди них являются источники Налычевской геотермальной системы, Дачные источники.

Часть месторождений горячих вод связана с грабенами, возникновение которых обусловлено, по мнению И. К. Рундквист [148], новейшими движениями, сопряженными с формированием Центрально-Камчатского рифта (таково положение геотермальной

системы долины р. Паратунка). С ним сопряжены системы нарушений, по которым выведены на поверхность источники Южно-Бережной геотермальной площади. Положение Кеткинского месторождения контролируется с одной стороны шовной тектонической структурой, разделяющей Авачинский горст и Авачинский грабен, а с другой — андезитовыми экструзиями плейстоценового купольного комплекса.

Для местонахождения выходов термальных источников важным контролирующим фактором выступает морфологический, а конкретно — гипсометрический. Все известные источники и месторождения, кроме кратерных фумарол, приурочены к относительно пониженным формам рельефа, расположены в долинах рек, в основании склонов.

Распространение геотермальных систем можно ограничить площадью плиоцен-плейстоценовых вулканических комплексов, точнее — полями развития их экструзивных и субвулканических фаций. Такой прогноз более достоверен, когда подтверждается известными выходами термальных вод. Другая группа перспективных площадей совпадает с крупными долинами-грабенами, интерпретируемыми как активные зоны растяжения [148].

В пределах Южно-Валагинской блоковой зоны к потенциально геотермическим площадям могут быть отнесены междуречье Средней илевой Авачи, бассейны р. Китхой, верхнего течения рек Налычева, Чайвая, Пиначевская, Гаванка, руч. Теплый.

В Малкинско-Петропавловской складчато-глыбовой зоне, помимо известных геотермальных площадей (долина р. Паратунка, Кеткинская и Южно-Бережная площади), к перспективным может быть отнесена площадь развития андезитовых экструзий авачинского вулканического комплекса у южного подножия одноименного вулкана, долина р. Авача в среднем и нижнем течении.

В Южно-Камчатской блоковой зоне многочисленные выходы термальных вод (Карымшинские, Вилючинские, Мутновские, Дачные, Асачинские) подтверждают перспективность площадей, занятых карымшинским, толмачевским (кальдерным), жировским вулканическими комплексами, а также долин Вилючи, Жировой, Мутной и Асачи.

В целом можно отметить малую продуктивность площадей, на поверхность которых выведены образования доплиоценового возраста. Ганальский выступ, Авачинский и Прибрежный горсты — структуры, в границах которых не встречены источники горячих вод (сказанное не относится к грабеновым структурам, в которых под чехлом рыхлых четвертичных отложений погребены доплиоценовые образования).

Опытно-методические работы по применению комплексных критериев поисков термальных вод [78] на закрытых территориях позволили расширить перспективы долины р. Авача в районе Кеткинского месторождения, южного подножия Авачинского вулкана.

Нефть и газ. Изученные листы охватывают более 10 000 км² структурно разнородной территории. Она не относится к традиционно перспективным нефтегазоносным площадям. Однако в последнее время прогностические оценки заметно меняются в связи с эволюцией взглядов на геологическое развитие региона, а также из-за появившихся новых данных геологосъемочных и гидрогеологических работ. Комплексные биостратиграфические исследования [112, 148] позволили выделить в разрезе кайнозойских отложений (ранее считавшихся не древнее олигоцена) эоценовые отложения пресноводной и васильевской толщ общей мощностью не менее 1,5 км. Специализированные исследования этих толщ не проводились, но судя по их петрографическому составу, наличию в них органического вещества в виде растительного детрита и углистых примазок, они могут служить продуктивными горизонтами и характеризуются нормальной гранулярной пористостью и трещинной проницаемостью.

На возможные благоприятные условия сохранения залежей углеводородов в этих толщах указывают дегазация метана и состав вод, близкий к нефтяным, в скважинах, вскрывших кайнозойские толщи на северном фланге Малкинско-Петропавловской складчато-глыбовой зоны по границе Авачинского горста и Авачинского грабена (скважины 16, 17, 18, 29, 33). Микробиологический анализ вод Пиначевских источников показывает [78], что они связаны с углеводородами нефтяного ряда.

На основании этих данных З. Б. Декусар [78] предполагает, что на глубине происходит формирование нефтегазовой залежи или скопления газоконденсата abiогенного генезиса (за счет глыбинного флюида, проникающего в зону раздвига).

Исходя из реальных предпосылок наличия скоплений углеводородов и определенных признаков нефтегазоносности левобережья р. Авача в ее среднем течении, а также благоприятных коллекторских свойств палеоген-неогеновых вулкано-терригенных отложений, следует провести изучение кайнозойского чехла в этом районе. Для изучения рекомендуется участок юго-восточного фланга Авачинского грабена, где мощность кайнозойских отложений превышает 1500 м (скв. 33). В районе проектируемой скважины следует провести комплекс геофизических работ с целью поиска наиболее благоприятных условий проводки параметрической скважины. По результатам этих исследований, которые должны включить сейсмические и гравиметрические работы масштаба 1 : 10 000, рекомендуется забурить скважину на площади с максимальной мощностью палеоген-неогеновых отложений и с наиболее спокойным залеганием слоев. Оптимальная глубина скважины, которая, пройдя кайнозойский чехол, углубится в мезозойские отложения на 200—300 м, составит 3000 м.

Говоря об отдаленной перспективе изучения нефтегазоносности, нужно отметить, что в районе горстовых поднятий руч. Васильевский и оз. Пресное, где на поверхность выведены эоценовые

отложения, мощность кайнозойского чехла по геофизическим данным максимальная и превышает 2 км. Сведения о нефтегазонасности шельфа Авачинского залива в границах листов отсутствуют.

Строительные материалы. Касаясь перспектив использования строительных материалов, нужно указать на дефицитное сырье, в котором испытывает потребность строительная индустрия области: цемент, легкие заполнители для бетонов, высококачественные облицовочные материалы, строительный песок и глины.

Данные геологических исследований показывают отсутствие карбонатных отложений на изученной территории, то есть ее бесперспективность на обнаружение сырья на цемент, что, конечно, не восполняется наличием месторождений пористых заполнителей и сырья для вяжущих добавок.

Месторождения вулканических шлаков — основной вид легких заполнителей для бетонов при строительстве на Камчатке — в настоящее время разведаны в долине р. Паратунка в санаторной зоне, где разработка связана с нарушением экологических условий. В связи с этим обстоятельством интерес могут представлять шлаковые конусы верхнеавачинского вулканического комплекса в долинах рек Средняя и Левая Авача (урочище Колодбище, падь Корневская). В этих же целях могут быть использованы слабоспекшиеся фации игнимбритового покрова (пемзокластические туфы) толмачевского вулканического комплекса в истоках рек Мутная и Паратунка.

Потребности в облицовочном материале вполне могут быть удовлетворены разведанными месторождениями гранитоидов и игнимбригов толмачевского вулканического комплекса. Последние еще далеко не исследованы в отношении поисков нетрещиноватых пород с высокодекоративными качествами и представляющей собой потенциальный источник многих месторождений высококачественного сырья. Как материал для получения облицовочной плитки с хорошими декоративными свойствами могут представлять интерес конгломераты ручьев Васильевский и Средний [112].

Качество строительного песка в разведанных месторождениях снижается из-за значительного количества примеси магнетита и титаномагнетита. Отработка титаномагнетитовых песков Халактырского пляжа будет связана с извлечением тяжелой электромагнитной фракции, а ее хвосты будут представлять собой песок высокого качества.

Кирпичные глины следует искать среди полей ледниковых отложений вблизи уже выявленных месторождений глин около пос. Паратунка и в районе бухт Ягодная и Безымянная. Аргиллизированные породы на термальных площадках Северо-Мутновских, Дачных, Вилючинских терм представляют интерес для поисков керамических глин, пригодных для изготовления художественных поделок. В настоящее же время для этих целей используются

глины, обнаруженные на термальных площадках Паужетских источников на юге полуострова.

Вулканические породы — базальты, андезиты, игнимбриды, широко развитые на площади листов, представляют собой неограниченное по запасам сырье для каменного литья, изготовления стекловолокна и массы иных изделий. Особый интерес в этом отношении вызывают игнимбриды вулкана Горелый (толмачевский вулканический комплекс), так как температура плавления этих пород ниже, чем температура других петрографических разновидностей [58]. Тем не менее использование этих природных запасов неметаллических полезных ископаемых возможно лишь при наличии мощных источников энергии и развитой инфраструктуры, обеспечивающей потребность в изделиях из этого сырья.

Поиски иных видов неметаллических полезных ископаемых — химического сырья (серы), горнотехнического сырья — не показали наличия перспективных объектов на площади работ. Находка акцессорных алмазов (карбонадо) в оливин-пироксеновых пикробазальтах (авачитах) вулкана Авачинский является новейшим открытием [32]. Значимое количество этого минерала в породе делает актуальной задачу по определению условий залегания, формы и размеров тел авачитов, глыбы которых обнаружены на северо-восточном склоне вулкана Авачинский в истоках р. Мутная.

ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА

Рекомендуемые виды работ

Количественная оценка прогнозных ресурсов металлов изученной территории проведена лишь в отношении ведущих полезных ископаемых, то есть золота и серебра (табл. 54). Оценка проводилась в основном по материалам тематических работ по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых [93], результаты которых утверждены Комитетом РФ по геологии и использованию недр. Перспективность площади работ на цветные металлы не анализировалась в связи с небольшими их запасами на опискованных и разведанных месторождениях*. Золото-серебряные ресурсы Южно-Камчатского рудного района складываются из ресурсов Авачинской прогнозируемой рудной зоны, Банно-Карымшинского и Вилючинского рудных узлов. Примерная оценка прогнозных ресурсов проводилась и для прогнозируемых Левобыстринского и Ахотенского рудных узлов.

Банно-Карымшинский рудный узел на площади листов представлен своим малоперспективным юго-восточным флангом. Основные рудные поля этого узла — Карымшинское и Порожистое рас-

* Исключение составляет Мутновское месторождение (см. табл. 48).

Таблица 54
Ресурсы * золота и серебра (г) Южно-Камчатского рудного района на территории листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII

Название узлов (зон)	Разведанные запасы C ₁ + C ₂	Прогнозные ресурсы			Всего по узлу (зоне)
		P ₁	P ₂	P ₃	
Лист N-57-XXI					
Рудные Авачинская (прогнозируемая)	—	—	Au — 38 Ag — 530	Au — 10 Ag — 125	Au — 48 Ag — 655
Лист N-57-XXVII					
Левобыстринский (прогнозируемый)	—	—	Au — 6,5 Ag — 33,5	Au — 13,5 Ag — 66,5	Au — 20 Ag — 100
Банно-Карымшинский	—	—	—	Au — 8 Ag — 32	Au — 8 Ag — 32
Листы N-57-XXVII, XXXIII					
Вилочинский	Au — 40,4 Ag — 342,9	Au — 82,5 Ag — 1893	—	Au — 4,6 Ag — 18,4	Au — 127,5 Ag — 2244,3
Лист N-57-XXXIII					
Ахотменский (прогнозируемый)	—	—	—	Au — 20 Ag — 80	Au — 20 Ag — 80
За пределами узлов (бассейн руч. Теплый)	—	—	—	Au — 0,8 Ag — 10,5	Au — 0,8 Ag — 10,5
Итого	—	—	Au — 0,25	—	Au — 224,3 Ag — 3121,8
Россыльные					
Быстринско-Авачинский	—	—	—	Au — 0,12	Au — 0,12
За пределами узла (россыль руч. Удачный)	—	—	—	—	Au — 0,25 Ag — 0,37
Итого	—	—	—	—	—

* Использованы материалы В. И. Лезина [109], Г. Н. Евсеева [90], В. А. Кучуганова [108], В. Д. Бубнова [72], В. М. Еркина [92, 91]

положены за границей листов. В границах же листа N-57-XXVII на площади 250 км² выявлено лишь два небольших рудопроявления: Среднекарымшинское и Верхнепаратунское. В целом прогнозные ресурсы узла на этой площади могут быть вычислены, исходя из удельной продуктивности [108] риодацитово-формации 33 кг/км² (золота). Она составит 8 т золота на глубину 250 м и не менее 32 т серебра (категория P₃). В границах узла предполагается выявление мелких месторождений золото-серебряной формации. Одно из них следует ожидать в хр. Поперечный.

Вилочинский рудный узел — наиболее перспективный узел территории. Прогнозные ресурсы его складываются из ресурсов Родникового и Мутновского рудных полей и ресурсов рудопроявлений Быстринское и Рогатка. Прогнозные ресурсы по рудным полям по категории P₁ составляют 70 т золота, 1893 т серебра и 10,5 млн т руды [93]. Ресурсы проявлений Быстринское и Рогатка по категории P₁ по [65] — 12,5 т золота. Прогнозные ресурсы остальной площади рудного узла по категории P₃ оцениваем с использованием площадной продуктивности 33 кг/км² [93, 108]. Они составят 4,6 т золота, 18,4 т серебра и 0,46 млн т руды при среднем содержании золота 10 г/т. Таким образом, прогнозные ресурсы Вилочинского рудного узла по категориям P₁ + P₂ + P₃ равны 87,1 т золота, 1911,4 т серебра и 12,66 млн т руды.

Потенциальные рудные узлы выделены на площадях повышенной концентрации проявлений золото-серебряной минерализации в пределах миоценовой андезитовой формации. Их золото-серебряный ресурс рациональнее всего подсчитать по удельной площадной продуктивности миоценовой андезитовой формации.

Ресурсы Авачинской рудной зоны оценены [92, 108] по рудным полям Китхойское и Звездная Даль по категории P₂ при вертикальном размахе оруденения 250 м. Они составляют 9,4 млн т руды, 38 т золота и 530 т серебра. Эти ресурсы не полностью отражают перспективы узла. На его площади известно несколько слабоизученных проявлений в бассейне р. Средняя Авача. Общая площадь их составляет около 66 км². По аналогии с проявлениями Китхойское и Звездная Даль, характеризующимися площадной продуктивностью 500 кг/км², и применяя коэффициент подобия 0,3, ресурсы этой площади можно оценить как 66 × 0,5 × 0,3 = 10 т золота, 125 т серебра и 2,5 млн т руды (при содержании золота 4 г/т, серебра 50 г/т). Общие ресурсы Авачинской рудной зоны по категориям P₂ + P₃ составят 11,9 млн т руды, 48 т золота и 655 т серебра. В границах Южно-Валагинской блоковой зоны ресурсы металлов могут быть увеличены за счет зон измененных пород площадью около 40 км² бассейна руч. Теплый (приток р. Дзэндзур). По удельной площадной продуктивности Авачинской рудной зоны 19 кг/км² по золоту и 262 кг/км² по серебру [72], можно подсчитать прогнозные ресурсы по категории P₃: они составят 0,8 т золота, 10,5 т серебра.

Прогнозные ресурсы Левобыстринского потенциального рудного узла площадью 650 км² составят около 10 т золота и не менее 40 т серебра. Проведенные в последние годы поисково-оценочные работы [90] не повысили перспективность этой площади, которая находится в непосредственной близости от областного центра. В ее границах можно ожидать выявление мелких золоторудных объектов с запасами не более 10 т золота, порядка 40 т серебра и до 1 млн т руды при содержании золота около 10 г/т. Поиски следует сосредоточить на площади субвулканических тел южнобыстринского вулканического комплекса в хр. Тополовый, в бассейне р. Средний Ручей.

Золотоносность Ахонтенского потенциального рудного узла можно оценить лишь приблизительно в связи со слабой его изученностью. Проведенные ГСР-50 и геохимические исследования [68, 111] не изменили существенно перспективы площади ахонтенской вулкано-плутонической ассоциации на золото и серебро после ГСР-200, которые были проведены в 60-е годы [51]. Поэтому ресурсы по категории Р₃ оцениваются с использованием удельной площадной продуктивности, равной 33 кг/км² (золота): на площади 600 км² они составят 20 т золота, 80 т серебра. Эти ресурсы могут быть реализованы гидротермальным месторождением, которое предположительно вмещается субвулканическими телами ахонтенского вулканического комплекса, обрамляющими одноименный гипабиссальный комплекс. Возможное местонахождение рудного объекта следует ожидать в междуречьях Песчаная—Фальшивая и Фальшивая—Тихирка.

Ресурсы рудного золота, обеспечиваемые месторождениями и проявлениями золото-серебряной формации, дополняются россыпной золотоносностью. Перспективы ее на площади работ в границах Быстринско-Авачинского узла россыпного золота за пределами выявленных и большей частью уже отработанных россыпей ручьев Каменистый и Удачный не вполне ясны и могут быть определены лишь приблизительно. Площадь россыпного узла в границах листов составляет примерно 140 км², что равно около 6 % всей площади россыпного узла. Его прогнозный ресурс по категории Р₃ (в целом по узлу) равен 2850 тыс. м³ песков и 2000 кг золота [126]. Условно предполагая равномерное распределение золота по площади узла, можно считать, что в границах листов общие ресурсы составят 141 тыс. м³ песков и 120 кг золота. Перспективность площади россыпного узла подтверждается наличием обширного шлихового ореола золота в бассейне Вахталки. Вместе с тем, при ГСР-50 [73] здесь не обнаружено новых промышленных концентраций россыпного золота. Однако отрицать возможность новых находок источников россыпного золота нельзя, так как даже в относительно хорошо изученной долине руч. Удачный (площадь Авачинской рудной зоны), где отработана пойменная россыпь, в водно-ледниковых отложениях обнаружена перспективная золотоносность с прогноз-

ными ресурсами по категории Р₁ 252 кг золота [144]. В связи с этим необходимо пересмотреть золотоносность флювиальных отложений в районе таких крупных притоков р. Авача, как Ольховая и Сарайная, где опробованы на россыпное золото лишь отложения пойменного аллювия.

Из всех перечисленных полезных ископаемых в экономику области вовлечены месторождения строительных материалов и парогидротерм. Лицензировано на добычу Халактырское месторождение титаномагнетитовых песков. Месторождения золото-серебряной формации также подготавливаются к эксплуатации. Лицензированы на разведку и добычу Родниковое и Асачинское месторождения. Последнее расположено за пределами территории листов, но в непосредственной близости от нее. В связи с этим повышается значение месторождений и рудопроявлений Южно-Камчатского рудного района, которые после ГСР-50 не были отнесены к первоочередным объектам. Можно предположить, что в ближайшее время будет объявлен конкурс на лицензирование разведки и эксплуатацию Мутновского золото-серебряного месторождения. Мы рекомендуем лицензирование поисково-оценочных работ на рудопроявлениях Быстринское и Рогатка, которые будут находиться вблизи горнорудного предприятия, и поисковых работ на площади Вилючинского рудного узла. Во вторую очередь следует проводить поисково-оценочные работы на Китхойском жильном поле и поисковые работы масштаба 1 : 10 000—25 000 в пределах Банно-Карымшинского рудного узла и прогнозируемой Авачинской рудной зоны.

Грядущее освоение наиболее изученных золоторудных объектов и слабая геологическая изученность прилегающих к ним площадей находятся в явном несоответствии. Пространство между долиной р. Паратунка и побережьем Авачинского залива между Авачинской губой и вулканом Вилючинский (площадь около 1090 км², листы N-57-113-A-б, г; Г; N-57-113-A-в, В-а, в; N-57-101-Г-в, г) до сих пор не закрыто ГСР-50, несмотря на первоочередную необходимость в связи с режимом военного ведомства. В настоящее время это препятствие может быть устранено. Рекомендуемая к изучению площадь включает г. Вилючинск, поселки Паратунка, Термальный, то есть относится к территориям, которые следует считать первоочередными объектами для геологической съемки масштаба 1 : 50 000. Учитывая специфику района: с одной стороны, концентрация промышленных объектов с отходным производством (вплоть до радиоактивных могильников), с другой — курортно-санаторный статус части территории (долина р. Паратунка), геолого-экологический уклон рекомендуемых работ не должен вызывать сомнений. Одной из задач этих работ должна быть разработка природоохранных мероприятий при использовании золото-серебряных объектов района.

Территория при относительной доступности насыщена геологическими памятниками. В силу особенностей геологического развития региона большинство из них относится к вулканическим, палеовулканическим и гидрогеологическим объектам. Отмечено 152 таких памятника (см. схему памятников геологической природы), из которых десять являются ландшафтными и политипными, объединяющими различные геологические памятники.

На площади листа N-57-XXI самым крупным ландшафтным памятником является Китхойско-Тимоновский (№ 25 на схеме памятников). В его границах находятся стратовулканы, экструзии, шлаковые конусы, палеовулканические объекты, золото-серебряные рудопоявления, термальные источники. Интересны политипные памятники — Дзэндзурский хребет (6), Жупановский хребет (32), Налычевская долина с системой термальных источников (46).

Территория листа N-57-XXVII, где расположен областной центр — г. Петропавловск-Камчатский, районный центр г. Елизово, многочисленные поселки и самая разветвленная в области дорожная сеть, объединяет в своих границах три политипных ландшафтных памятника геологической природы. Уникальной является Авачинская губа и ее окрестности (70). Этот памятник включает обнажения в береговых обрывах, в которых можно наблюдать смятые в изоклинальные складки мезозойские отложения, разрезы миоценовых вулканогенных образований, субвулканических тел. В склонах горы Мишенная можно изучать строение экструзии роговообманковых андезитов.

Доступен для пешеходного маршрутного изучения памятник — Авачинско-Корякское вулканическое звено (57). В долине р. Паратунка (82) можно изучать геологические разрезы миоценовых вулканогенно-осадочных отложений, обнажения субвулканических тел, экструзии, выходы термальных источников.

Территория листа N-57-XXXIII стала доступной в последние годы благодаря дорогам, проложенным к Родниковому золоторудному месторождению и Мутновскому месторождению парогидротерм. Поэтому туристы могут посещать различные вулканические объекты: вулканы Горелый и Мутновский, классическую кальдеру вулкана Горелый и связанные с нею покровы и экструзии (112), шлаковые конусы, кратеры, фумаролы, выходы термальных вод. В бассейне Мутновской и Жировой (128) расположен ландшафтный палеовулканический памятник — вскрытый эрозией на глубину 1 км вулканический комплекс. В стенах эрозионной кальдеры можно наблюдать взаимосвязь покровных фаций с разнообразными субвулканическими телами, маркерами питающих вулканических каналов, которые вмещают жильные зоны Мутновского месторождения. Прибрежный хребет от бухты Вилючинская до бухты Асача представляет собой памятник природы с уникальным сочетанием

геологических (стратиграфических, интрузивных, палеовулканических) и геоморфологических объектов (118).

Памятники геологической природы могут служить международными учебными полигонами для школ повышения квалификации геологов, объектами для научно-методических разработок разных направлений геологических исследований. Однако для подготовки объектов до стадии полигонов необходимо проведение целенаправленных исследовательских и организационно-хозяйственных мероприятий. Здесь нелишне сказать об открытии на Камчатке фирм международного геологического туризма, которые занимаются научным туризмом по вулканическим объектам полуострова.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Подземные воды на территории листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII отнесены к четырем водоносным комплексам (их основная характеристика приведена в табл. 55, рис. 7).

Водоносный комплекс рыхлых четвертичных отложений объединяет аллювиальные, пролювиальные, ледниковые, водно-ледниковые, морские, обвальные, озерно-болотные, пирокластические отложения. Наибольшим распространением этот комплекс пользуется на территории листа N-57-XXVII, всего же на трех листах им занято около 2500 км². Мощность отложений весьма различна: от 0—80 м в долинах рек до 500 м у подножия Корякско-Авачинской группы вулканов.

Водоносный комплекс плейстоцен-голоценовых вулканитов имеет мощности преимущественно до 100—500 м и только на вулкане Горелый до 800 м. Площадь, занимаемая отложениями комплекса, около 1500 км².

Наибольшим распространением на территории всех листов пользуется *водоносный комплекс палеоген-неогеновых эффузивно-пирокластических и вулканогенно-осадочных образований*, его площадь около 3900 км². Мощность комплекса 600—800 м.

Водоносный комплекс домезозойских метаморфических, интрузивных и метаморфизованных образований, кайнозойских субвулканических тел и интрузий довольно широко развит на всей площади, образуя крупные массивы в междуречьях Левои и Средней Авачи, Фальшивая—Лиственичная (Ахомтенский массив), Большой Вилуй—Большая Саранная, район горы Купол, оз. Чаша. Общая площадь отложений комплекса около 2600 км².

На территории листов имеется значительное количество естественных выходов термоминеральных и холодных минеральных вод. Их характеристика приведена в табл. 56, данные по месторождениям термальных вод приведены в гл. «Полезные ископаемые».

Все грунты района относятся к рыхлым и скальным. Рыхлые грунты делятся на связные и несвязные. В классе скальных грунтов выделяют три группы: 1) обломочные сцементированные — вулканогенно-осадочные образования; 2) метаморфические — метаморфизованные образования; 3) магматические — интрузивные, субвулканические и эффузивные образования [89, 96].

К рыхлым несвязным грунтам относятся голоценовые аллювиальные, пролювиальные, озерно-болотные, пирокластические, позднплейстоценовые и водно-ледниковые отложения. К рыхлым связным грунтам — позднплейстоценовые ледниковые отложения. Состав и строение этих отложений приведены в гл. «Стратиграфия», основные физико-механические и водно-физические свойства — в табл. 57. Разработка рыхлых грунтов может вестись вручную или с применением землеройной техники. Стенки выработок в этих грунтах требуют крепления или соблюдения угла естественного откоса. Рыхлые грунты могут служить основой для зданий только на соответствующих фундаментах.

К скальным грунтам первой группы отнесены вулканогенно-осадочные породы, представленные переслаиванием туфов, туфогенных песчаников, алевролитов, аргиллитов. Для туфов характерна крупная блочность (5×5×5 м) и закрытая трещиноватость, для песчаников и алевролитов — дресвяно-щебнистая отдельность и также закрытая трещиноватость. Горнотехнические условия проходки выработок неблагоприятны вследствие повышенной трещиноватости горных пород, сложного литологического состава с преимущественно малой мощностью разнопородных прослоев и значительной водопроницаемостью горных массивов.

Группа метаморфических грунтов представлена кремнистыми сланцами, алевролитами и песчаниками мезозойского возраста. Для этого комплекса характерна закрытая трещиноватость и дресвяно-щебнистая отдельность. В связи с обводненностью и трещиноватостью пород проходка в них осложнена и требуется крепление стенок выработок.

Третья группа скальных грунтов, включающая интрузивные, субвулканические и эффузивные образования, представлена андезитами, базальтами, андезибазальтами, дацитами, риолитами, диоритами, диорит-порфиридами, гранодиоритами, гранитами. Для этих пород характерна блочность от первых десятков сантиметров до первых метров. Учитывая слабую водоносность монолитных блоков и заполнение глинисто-суглинистым материалом многочисленных зон повышенной трещиноватости коренных пород, являющихся локальными водупорами, эта группа грунтов по гидрогеологическим условиям проходки наиболее благоприятна, хотя проходка сопряжена с трудностями вследствие высокой прочности пород.

Характеристика водоносных комплексов. Листы N-57-XXI, XXVII, XXXIII [89, 114, 87]

Водоносный комплекс	Распространение	Литологический состав	Глубина залегания	Тип вод		Водообильность			Источник питания	Тип вод, минерализация, использование
				по условиям циркуляции	по условиям залегания величина напора над кровлей, м	дебит родников, л/с	удельные дебиты скважин, л/с	коэффициент фильтрации (K_f) коэффициент водопроницаемости (K_m)		
Рыхлых четвертичных отложений	В долинах рек, у подножия вулканов и горных склонов	Пески, супеси, торф, валуно-галечниковые и гравийно-галечниковые	От 0—50 до нескольких сот метров	Поровые, пластово-поровые	Безнапорные, напорно-безнапорные над поверхностью земли до +18 м	От 0,01—10 до 300	От 0,01—13,4 до 79,46	$K_f = 5—10$ до 690 $K_m =$ до 20000	Инфильтрация талых вод и атмосферных осадков, подток из сопряженных комплексов	Гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные, реже сульфатно-гидрокарбонатные со смешанным катионным составом; минерализация от 0,03 до 0,3 г/дм ³ ; в водах, связанных с озерно-болотными отложениями на площади листа N-57-XXVII, повышенное содержание Fe (до 6 мг/дм ³). Воды нейтральные, редко слабокислые и щелочные, температура воды 0,1—10 °С. Воды комплекса являются одним из основных источников водоснабжения.
Плейстоцен-голоценовых вулканических комплексов (их покровных фаций)	Постройки вулканов Авачинский, Корякский, Бакенинг, Вилючинский, Мутновский, Горелый, многочисленные шлаковые конусы	Базальты, андезиты, игнимбриты, шлаки, агглютинаты	От первых до 100—120 м	Поровые, порово-трещинные, трещинно-пластовые, трещинно-жилые	Безнапорные, напорно-безнапорные, напорные	0,1—5,0 (от 10—50 до 2000)	—	$K_f = 20—25$ м ² /сут (для листа N-57-XXXIII) $K_m = 100—300$	Инфильтрация атмосферных осадков и талых вод, частично за счет поверхностных водотоков	Гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые, кальциево-магниево-натриевые, водородный показатель от 5,6 до 6,2, минерализация от 0,01 до 0,33 г/дм ³ , температура воды от 0,2 до 12 °С
Палеоген-неогеновых эффузивно-пирокластических образований (фации вулканических комплексов) и вулканогенно-осадочных отложений	Широко развиты на всей площади	Базальты, андезиты, андезибазальты, дациты, риолиты, игнимбриты, туфы, туффиты, туфоалевролиты и др.	От первых до 1000 м	Трещинно-поровые, поровые, трещинно-пластовые, порово-пластовые, трещинно-жилые	Безнапорные, напорные от единиц и десятков метров над поверхностью земли до +110 м	От 0,5—5,0 до 50	0,02—0,9 до 10	До 200—380 м ² /сут с учетом рыхлых отложений	Инфильтрация атмосферных осадков и талых вод, подток из вышележащих и сопряженных комплексов	Гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные, редко сульфатно-гидрокарбонатные со смешанным катионным составом. Воды нейтральные, реже слабокислые и щелочные, с минерализацией 0,02—0,19 г/дм ³ в зоне свободного водообмена до 0,47—0,699 г/дм ³ . Температура воды 0,5—9,0 °С. Воды комплекса пригодны для питьевых и хозяйственных нужд
Докайнозойских метаморфических, интрузивных и метаморфизованных образований, кайнозойских субвулканических тел и интрузий	Широко развит по всей площади	Андезибазальты, базальты, андезиты, диориты, диорит-порфириты, кварцевые диориты, граниты, кремнистые сланцы, туффиты	От первых до 1500 м и более	Трещинные, трещинно-жилые	Напорно-безнапорные, напорные от нескольких метров над поверхностью земли до +13 м	От 0,1—5,0 до 50—100	0,1—3,61	$K_f = 0,5—2,0$ $K_m =$ до 15 м ² /сут	Инфильтрация талых вод и атмосферных осадков, подток из сопряженных комплексов	Хлоридно- и сульфатно-гидрокарбонатные, гидрокарбонатные со смешанным катионным составом, минерализация от 0,04 до 0,4 г/дм ³ . Воды нейтральные, редко слабокислые и щелочные. Температура воды от 0,1 до 10 °С. Воды комплекса частично используются, но в ряде случаев использование их представляется экономически нецелесообразным

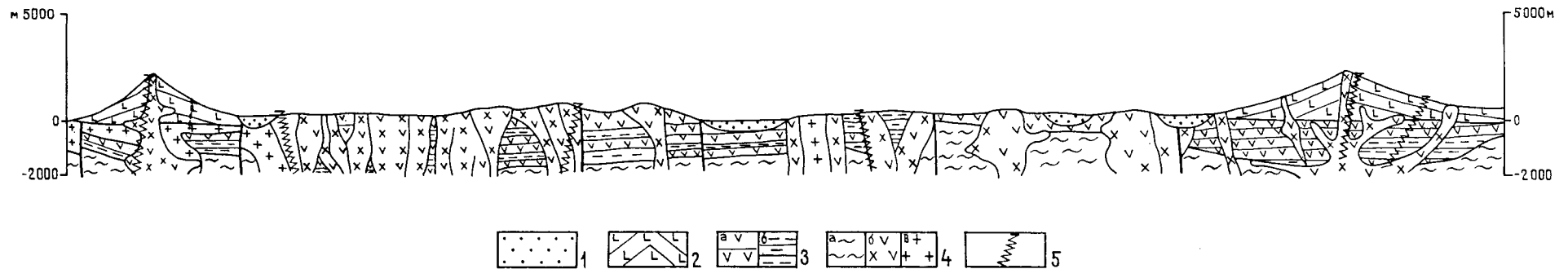


Рис. 7. Принципиальная схема соотношений водоносных комплексов на площади листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII.

1—4 — водоносные комплексы: 1 — рыхлых четвертичных отложений, 2 — плейстоцен-голоценовых эффузивно-пирокластических отложений, 3 — палеоген-неогеновых отложений (а — эффузивно-пирокластических, б — вулканогенно-

осадочных); 4 — а — докайнозойских метаморфических, интрузивных образований, б — кайнозойских субвулканических тел, в — интрузий; 5 — трещинно-жилые воды.

Номер на схеме распределения водонесных комплексов	Индекс клетки и номер на карте по лесных ископаемых	Название термopравлений	Тепловая мощность, ккал/с		Дебит выхода (скважина), л/с, Запасы, тыс. м ³ /сут	с учетом скрытой	Минеральные новообразования	Температура, °С	рН	Минерализация, г/дм ³	
			видимых термopравлений	с учетом скрытой разгрузки							
1	II-1-2	Тимонькинские	—	—	1,5	—	Травертин, охристые осадки	27,0—46,0	6,3—6,5	2,8—3,1	Термальное сульфатное водосодержание — 100%
2	III-4-4	Краеведческие	4,5	222,8	2,0	22,0	Травертин	40,5—56,0	6,2—8,5	4,3—8,1	Термальное водосодержание — 100%
3	III-4-5	Таловские (гр. Д (гр. II)	24,3 43,5	— 768,5	9,0	26,5	—	25,0—30,0	6,5—8,4	2,8—6,7 1,7—6,2	Термальное водосодержание — 100%
4	III-4-7	Шаньинь	2,4	—	1,0	30,0	Травертин, охристые осадки	16,0—17,5	6,6—7,7	4,3—8,1	Слаботермальное водосодержание — 100%
5,6	III-3-3, 5	Китохосские	—	—	25,0	—	Известковые отложения	20,0—24,0	6,9	4,1	Слаботермальное водосодержание — 100%
7	III-4-11	Навальческие	213,5	686,0	8,5	12,0	Травертин	68,0—77,0	6,4—8,3	3,5—4,5	Термальное водосодержание — 100%
8	III-4-10	Горночеренские	210,0	2405,0	35,0	192,0	Выцветы солей	35,0—43,0	6,4—8,2	0,2—0,7 2,2—3,2	Термальное водосодержание — 100%
9	III-4-9	Желточеренские	62,0	5611,0	2,0	181,0	Выцветы солей	30,0—38,1	6,0—6,8	3,7—4,2	Термальное водосодержание — 100%
10	IV-3-4	Алевские	—	—	20,0—25,0	—	Травертин, охристые осадки, налеты серы	15,2—39,0	6,3—8,0	0,1—1,1	Термальное водосодержание — 100%
11	IV-3-5	Чистинские	—	—	10,0	—	Серя	5,5—11,2	4,0—5,6	0,13—0,16	Холодное водосодержание — 100%
12	IV-4-1	Шумноньские	—	—	0,3	—	Налеты серы отложения солей	11,0—19,5	3,4—5,4	0,31	Холодное водосодержание — 100%
13	IV-3-8	Коряжские навалы	—	—	20,0	—	Травертин	12,0—14,0	6,1—6,3	1,3	Холодное водосодержание — 100%
14	V-2-2	Пиначевские	157	—	2,0 32,6—38,0 самозалив	15,0	—	12,5 24,0—64,0	7,7—8,8	2,3—11,0	Термальное водосодержание — 100%
15	VI-1-6	Северные	—	—	В 4,9	—	—	48—88,0	7,0—9,0	0,9—2,0	Термальное водосодержание — 100%
16	VII-2-2	Ягольные (Тарыньские)	—	—	0,5—0,7	—	—	28,0	6,3—6,7	2,8—3,8	Термальное водосодержание — 100%
17	VII-2-4	Нижнепартуньские	1250	—	3,9	—	—	61,6—92,0	6,4—9,3	0,9—2,2	Термальное водосодержание — 100%
18	VII-1-9	Среднепартуньские	140	300	3,5 В 14,5	—	—	81,5—94,1	6,6—9,1	0,8—1,1	Термальное водосодержание — 100%
19	VII-2-7	Туранские	—	—	0,08	—	—	20,0	7,3	0,6—1,1	Слаботермальное водосодержание — 100%
20	VIII-1-1	Верхнепартуньские	2330	4900	9,0 63,1 В 21,6	С ₁ 1,7	—	70,5—105,7	6,8—9,1	0,7—1,5	Термальное водосодержание — 100%
21	VIII-3-1	Вилойские (Иманские)	—	—	0,75	—	—	29,0	6,6	0,75—1,0	Термальное водосодержание — 100%
22	VIII-1-2	Карымтинские	6050	9945	17,0	—	—	76,5	7,1—8,0	0,9—1,0	Термальное водосодержание — 100%
23	VIII-1-4	Верхнекарымтинские	—	38,9	0,8	—	—	27,8	7,8	0,35	Термальное водосодержание — 100%
24	VIII-1-6	Поперечные	—	—	10,0—20,0	—	—	19,0—85,0	—	—	Холодное водосодержание — 100%
25	VIII-1-8	Овражки	130	—	8,0—18,0	—	—	19,3	—	0,35	Холодное водосодержание — 100%
26	VIII-1-7	Свяжины	500	850	40,0	47,0	—	19,3	—	—	Холодное водосодержание — 100%
27	VIII-1-11	Южные	785	—	70,0	—	—	11,2	—	—	Холодное водосодержание — 100%
28	IX-1-3, 4	Вилойские: Верхневилойские Нижневилойские	353 1095	—	10 12,2	20	Серя, выцветы солей	42—78 90	6,6—8,0 7,1	1,0—1,5 1,1	Высокотермальное водосодержание — 100%
29	IX-2-4, 5	Нижневиловские: Правобережные Левобережные	— 227	1077,8 —	10,8	16,0	Выцветы солей	99,5 90,0	7,7—9,0	0,76	Высокотермальное водосодержание — 100%
30	IX-1-8	Верхнежировые	—	4400	31,0	—	Гидроокислы железа, выцветы солей	72—96	4,2—7,6	0,2—0,7	Высокотермальное водосодержание — 100%
31	IX-2-7	Виновоьские	—	2000	2,2	20,0	—	93	4,6—7,6	0,8—1,0	Высокотермальное водосодержание — 100%
32	IX-1-11	Дачные	17 500	В пересчете на пир	175,0	—	Гидроокислы железа, выцветы солей	20—98 до 320	4,4—9,4	0,4—1,0	Высокотермальное водосодержание — 100%
33, 34	IX-1-14 X-1-1	Северо-Мутновские: Западные Восточные	— —	2100 4600	5,9	6,4	Возгоны серы, сульфидов	110 84—98	2,5—4,8 3,4—6,8	0,3—2,4 0,86—3,2	Конденсаты питания: (НСО ₂ /NH ₄) с NH ₃ . В кампозе состава. Тип термодоминианые
35	X-1-2	Западные-Мутновские	—	220	10,0	—	—	22—30	6,5—9,0	1,1—2,4	Слаботермальное водосодержание — 100%
36	X-1-3	Северный кратер	94000 89400	—	117	—	—	300	0,2—2,8	2,6—3,4	В состав сульфидов: матчевые, кали
36	X-1-3	Активная воронка	400000	—	500	—	—	800	0,26—2,3	34,5—39,5	В состав сульфидов: матчевые, кали
37	XI-1-4	Асачинские	—	—	18,6	—	—	39—45	7,4—8,0	0,65—0,8	В состав сульфидов: матчевые, кали

Характеристика выходов минеральных вод по [76, 87, 89, 114, 123]

1 (сква- Затасы, с учетом скраптов)	Минеральные новообразованные	Температу- ра, °С	рН	Минерали- зация, г/дм ³	Бальнеологический тип вод
	Травертин, окристые осадки	27,0—46,0	6,3—6,5	2,8—3,1	Термальные кремнистые маломинерализованные сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниево-натриевые борные углекислые
22,0	Травертин	40,5—56,0	6,2—8,5	4,3—8,1	Термальные мышьяковистые среднеминерализованные кальциево-натриевые кремнистые, борные. По газовому составу — углекислые
26,5	—	25,0—30,0	6,5—8,4	2,8—6,7 1,7—6,2	Термальные мышьяковистые среднеминерализованные сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые кремни-стые, борные. По газовому составу — азотные
30,0	Травертин, окристые осадки	16,0—17,5	6,6—7,7	4,3—8,1	Слаботермальные мышьяковистые среднеминерализованные сульфатно-хлоридные натриево-кальциевые крем-нистые, борные. По газовому составу — азотные
—	Известковые отложения	20,0—24,0	6,9	4,1	Слаботермальные маломинерализованные гидрокарбонатно-хлоридные натриевые кремнистые, борные угле-кислые
12,0	Травертин	68,0—77,0	6,4—8,3	3,5—4,5	Термальные мышьяковистые маломинерализованные хлоридно-натриевые кремнистые, борные. По газовому составу — углекислые
192,0	Выцветы солей	35,0—43,0	6,4—8,2	0,2—0,7 2,2—3,2	Термальные кремнистые маломинерализованные хлоридные кальциево-натриевые борные углекислые
181,0	Выцветы солей	30,0—38,1	6,0—6,8	3,7—4,2	Термальные кремнистые маломинерализованные хлоридные кальциево-натриевые борные углекислые
—	Травертин, окристые осадки, налеты серы	15,2—39,0	6,3—8,0	0,1—1,1	Термальные и холодные маломинерализованные гидрокарбонатные натриево-кальциево-магниевые кремнистые углекислые
—	Серя	5,5—11,2	4,0—5,6	0,13—0,16	Холодные углекислые слабоминерализованные сульфатные натриево-магниевые кальциевые кремнистые, с повышенным содержанием железа
—	Налеты серы, отложения солей	11,0—19,5	3,4—5,4	0,31	Холодные углекислые слабоминерализованные сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые кремнистые
—	Травертин	12,0—14,0	6,1—6,3	1,3	Холодные углекислые маломинерализованные гидрокарбонатные магниевые-кремнистые
15,0	—	12,5 24,0—64,0	7,7—8,8	2,3—11,0	Термальные маломинерализованные хлоридные натриевые азотно-метановые кремнистые, борные
—	—	48—88,0	7,0—9,0	0,9—2,0	Термальные маломинерализованные хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые кремнистые азотные
—	—	28,0	6,3—6,7	2,8—3,8	Термальные маломинерализованные сульфатно-хлоридные натриево-кальциевые кремнистые
—	—	61,6—92,0	6,4—9,3	0,9—2,2	Термальные слабоминерализованные хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые азотные кремнистые
—	—	81,5—94,1	6,6—9,1	0,8—1,1	Термальные слабоминерализованные хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые азотные кремнистые
—	—	20,0	7,3	0,6—1,1	Слаботермальные маломинерализованные гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые и на-триево-кальциевые
С ₁ 1,7	—	70,5—105,7	6,8—9,1	0,7—1,5	Термальные слабоминерализованные хлоридно-сульфатные (или сульфатные) кальциево-натриевые крем-нистые, в составе газов преобладает азот. В отдельных скважинах отмечается повышенное содержание мышьяка (до 0,9 мг/дм ³)
—	—	29,0	6,6	0,75—1,0	Термальные маломинерализованные сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые
—	—	76,5	7,1—8,0	0,9—1,0	Термальные слабоминерализованные хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые кремнистые азотные
—	—	27,8	7,8	0,35	Термальные слабоминерализованные хлоридно-карбонатно-сульфатные
—	—	19,0—85,0	—	—	Хлоридные слабоминерализованные хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые
47,0	—	19,3	—	0,35	Хлоридные слабоминерализованные хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые
—	—	11,2	—	—	Высокотермальные маломинерализованные сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбо-натно-хлоридные кальциево-натриевые кремнистые, газовой состав — углекисло-азотный
20	Серя, выцветы со- лей	4,2—7,8 9,0	6,6—8,0 7,1	1,0—1,5 1,1	Высокотермальные слабоминерализованные гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые кремнистые, мышьяковистые, по газовому составу углекисло-азотные
16,0	Выцветы солей	96,5 90,0	7,7—9,0	0,76	Высокотермальные слабоминерализованные сульфатно-сульфатно-хлоридные натриевые кремнистые, кальциевые кремнистые, по газовому составу — азотные
—	Гидроокислы желе- за, выцветы солей	7,2—9,6	4,2—7,6	0,2—0,7	Высокотермальные мышьяковистые слабоминерализованные сульфатные, хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые кремнистые,
20,0	—	9,3	4,6—7,6	0,8—1,0	Высокотермальные мышьяковистые маломинерализованные гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные натрие-вые, кальциево-натриевые кремнистые борные с высоким содержанием сероводорода (Н ₂ S — 6,68 мг/дм ³) и повышенным содержанием органических веществ (2,78 мг/дм ³). По газовому составу — углекисло-азотные
0	Гидроокислы желе- за, выцветы солей	20—98	4,4—9,4	0,4—1,0	Высокотермальные кремнистые маломинерализованные сульфатно-хлоридные натриевые борные с повы-шенным содержанием органических веществ, в составе спонтанных газов преобладают СО ₂ — 90 об. %. В паро-водяной смеси урда скважин отмечены очень высокие содержания радона
кг/с	—	до 320	—	—	—
6,4	Возгоны серы, сульфидов	110 84—98	2,5—4,8 3,4—6,8	0,3—2,4 0,86—3,2	Конденаты паро-газовых струй представляют собой маломинерализованные растворы простого состава (НСО ₃ /NH ₄) с рН близким к нейтральному. Среди газов преобладает СО ₂ , присутствуют Н ₂ С, N ₂ , Н ₂ , СН ₄ . В кипящих водных и грязевых котлах образуются кислые сульфатные воды сложного катионного состава. Тип термоминеральных вод — кремнистые высокотермальные маломинерализованные сульфатные дамоинириые
—	—	22—30	6,5—9,0	1,1—2,4	Слаботермальные маломинерализованные сульфатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные натриево-кальциево-магниевые, кальциево-натриевые кремнистые
—	—	300	0,2—2,8	2,6—3,4	Возгоны сернокислых солей аммония, железа, кальция, магния, натрия, калия
—	—	800	0,26—2,3	34,5—39,5	В состав фумарольных газов входят водяной пар (до 98 %); конденсаты имеют кислый состав, наиболее распространены водные серы, нашпторы, сульфатов, хлоридов
—	—	39—45	7,4—8,0	0,65—0,8	Термальные слабоминерализованные кремнистые сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые. Газовый со-став — азотный

Таблица 57

Физико-механические и водно-физические

Наименование грунта	Удельный вес, г/см ³	Объемный вес (природная влажность), г/см ³	Пористость, %
Суглинок	2,33—2,83	1,65—2,39	18,0—46,6
Супесь	2,13—2,79	1,22—2,38	21,0—52,5
Песок крупный	2,12—2,81	1,68—2,47	22,0—49,0
Песок средний	1,96—2,79	0,66—2,22	28,7—41,5
Песок пылеватый	2,53—2,82	1,45—2,39	28,3—50,0
Галечник	2,75	2,36	—
Дресвяно-щебнистый грунт с супесчаным заполнителем	2,47—2,86	1,96—2,37	27,3—54,6
Галечник с песчаным заполнителем	2,71	2,16	—

свойства рыхлых грунтов [89, 96]

Естественная влажность, %	Влажность на границе текучести, %	Число пластичности	Угол естественного откоса сухого грунта
13,0—40,4	24,3—60,7	7,6—15,1	—
6,7—62,0	38,9—77,3	6,7—1,9	—
15,0—87,0	—	—	26°30'—43°
11,0—77,0	—	—	28°30'—42°
4,0—58,3	—	—	27°—34°
—	—	—	—
6,3—37,4	16,3—34,0	1,3—6,0	—
0,05	20,0	2,0	28°30'—43°

Таблица 58

Физико-механические свойства

Наименование грунта	Объемный вес, г/см ³	Плотность, г/см ³	Временное одноосное	
			в водонасыщенном состоянии	
Базальт	2,28—2,90	2,7—2,97	72—231	
Андезит	2,47—2,68	2,70	83—119	
Игнимбрит	1,23—2,36	2,78—3,42	28—70	
Диорит, кварцевый диорит	2,5—2,84	2,69—2,95	1800	
Габбро-диорит	2,8—2,89	2,86—2,92	1305—1755	
Туф	2,45	—	34	
Алевролит	2,58—2,61	—	39—94	
Песчаник	2,36—2,75	—	—	
Глинистый сланец	2,61	2,8	—	

скальных грунтов по [89, 96]

сопротивление сжатию, МПа	Водопоглощение, %	Пористость, %	Категория разрабатываемых пород
120—252	0,2—2,0	4,2—15,5	II—III
84—190	0,03—5,0	1,2—14,5	II—III
60—90	0,47—1,0	33—49,3	I—II
1020—2670	0,06—2,64	0,36—10	XII
1346—1796	0,14—0,46	0,69—2,43	XII
66	2,6	—	I—III
109—142	0,2—0,3	—	VI—X
100—160	—	3,8—14	VI—X
160—500	—	0,49—7,5	VI—X

Разработка всех групп скальных грунтов может вестись с использованием буро-взрывных работ. При строительстве сооружений эти грунты являются надежными основаниями. Основные физико-механические свойства грунтов приведены в табл. 58.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

В разделе рассматриваются, с одной стороны, главные естественные опасности, потенциально создающие угрозу при освоении природных ресурсов, а с другой — неблагоприятные условия для проживания человека. Описывается экологическая обстановка, сложившаяся на сегодняшний день в результате сложного сочетания природных условий и хозяйственной деятельности.

ЛАНДШАФТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ГРУППЫ

Представленные листы Государственной геологической карты охватывают наиболее освоенную в экономическом отношении территорию Камчатского полуострова. Это обусловлено рядом историко-географических обстоятельств: благоприятным рельефом, наличием удобных бухт (Авачинская, Ягодная, Богатыревка и др.), широких долин (Авача, Паратунка). В целом в нее входят наиболее благоприятные для освоения ландшафты сухих плоских поверхностей надпойменных аллювиальных террас и соответствующих им по уровню водно-ледниковых и морских террас. Однако большую часть площади занимают неблагоприятные ландшафты горных склонов средней крутизны и крутые — интенсивно заболоченных равнин, периодически заливаемых речных пойм и пляжа. Рельеф большей частью среднерасчлененный на вулканогенном и вулканогенно-осадочном субстрате. Сезонное промерзание (в основном более 1 м) длится более месяца, лишь районы вулканов и их подножий относятся к гляциальным и перигляциальным зонам. Защищенность подземных вод повсеместно либо слабая, либо отсутствует. Все природные комплексы неустойчивы к антропогенному воздействию.

Техногенный ландшафт занимает 20 % всей площади. Главную антропогенную нагрузку несет район Авачинской губы и ее побережья — это города, поселки, сельскохозяйственные угодья, промышленные предприятия, рекреационные и санитарно-гигиенические территории. Незначительные изменения природного

ландшафта, которыми фактически можно пренебречь, характерны для рекреационных и почво- и водоохраных площадей. Степень деградации природных ландшафтов в районе городов и сельхозугодий достигает 100 %.

ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Рассматриваемая площадь относится к районам с высокой степенью сейсмической и вулканической опасности. Необходимость оценки этих явлений вызвана тем, что на территории листа N-57-XXVII сосредоточено 80 % промышленного потенциала и 70 % населения Камчатской области.

СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ

Землетрясения. Сейсмическая деятельность у Тихоокеанского побережья Камчатки, Курильских островов и Северо-Восточной Японии достигает наивысшего уровня [12]. Для Камчатского участка Курило-Камчатской дуги основная масса землетрясений (около 80 %) и все наиболее сильные из них (магнитуда более 7,7) происходили в слое 0—100 км между восточным побережьем Камчатки и Курило-Камчатским желобом. По данным Нового каталога землетрясений СССР, 80 % всех камчатских землетрясений приходится на глубины от 0 до 50 км; на глубинах от 50 до 100 км происходит еще 10 % землетрясений, остальные же 10 % приходятся на глубины от 100 до 600 км [4]. Большинство гипоцентров средне- и глубокофокусных землетрясений приурочены к сейсмофокальной зоне, падающей под углом около 57° под полюстров со стороны Курило-Камчатского желоба.

Территория работ попадает в две области с предельной интенсивностью землетрясений: область 8- и 9-балльных землетрясений.

В 9-балльной зоне находятся основные населенные пункты — города Петропавловск-Камчатский, Вилючинск, пос. Рыбачий; г. Елизово и пос. Паратунка входят в 8-балльную зону. В районе г. Вилючинск и пос. Рыбачий возможны и 10-балльные землетрясения, о чем свидетельствуют трещины и разрывы в рыхлых четвертичных отложениях. На территории этих населенных пунктов расположены могильники с токсичными и радиоактивными отходами. Возможное здесь катастрофическое землетрясение может привести к непредсказуемым последствиям, тем более что подобные явления случались в историческое время.

Разрушительные землетрясения (8—9 баллов) в г. Петропавловск-Камчатский произошли в 1737, 1841, 1904, 1952, 1959 и 1971 гг. Повторяемость землетрясений разной силы в городе следующая [12]: 5 баллов — 15—25 раз в 100 лет; 6 баллов —

10—15 раз в 100 лет; 7 баллов — 4—6 раз в 100 лет; 8 баллов — 1—3 раза в 100 лет; 9 баллов — 1 раз в 300 лет. К наиболее благополучным в городе в сейсмическом отношении по грунтам отнесены районы сопки Мишенная, Зеркальная, Петровская, Никольская и некоторых других, т. е. районы выхода мезозойского фундамента. Грунты, опоясывающие нижние склоны всех сопки и некоторые прилегающие к ним участки территории, отнесены к 9-балльной зоне. К 10-балльной зоне относятся районы с обводненными грунтами, поймы ручьев (район площади Театральная, пос. Сероглазка, Комсомольской площади, областной больницы и т. д.). Город в современном виде не подвергался сильному (9 баллов) землетрясению. Землетрясение 1971 г. показало, что городская застройка была рассчитана на толчки силой 7—8 баллов. Дома, которые строились в 90-е годы, рассчитаны на 9-балльное землетрясение.

С землетрясениями связано такое природное явление как цунами. Основной причиной образования цунами следует считать резкие вертикальные смещения отдельных участков дна вследствие сейсмотектонических подвижек. Нередко явления, сопровождающие цунами, настолько интенсивны, что приобретают катастрофический характер; гигантские волны обрушиваются на побережье, все разрушая и убивая на своем пути.

За три века у берегов Камчатки было отмечено 24 цунами. Семь из них произошли в XVIII и XIX веках (в среднем одно в 23 года), остальные 17 — в текущем столетии (в среднем одно в 5 лет) [30].

Землетрясение 1737 г. вызвало цунами, обрушившееся на все восточное побережье от мыса Лопатка до пос. Усть-Камчатск; максимальная высота подъема воды составила 30 м [30]. Во время цунами 1841 г. вода в Авачинской губе поднялась приблизительно на 1 м, на всей акватории отмечалось сильное волнение. В районе бывшего с. Халактырка уровень воды поднялся на 5 м, были смыты строения [30].

Самым катастрофическим в этом районе было цунами 1952 г., которое вызвало подъем уровня воды в Авачинской губе на 1,4 м, в с. Халактырка — на 5 м (были разрушены здания, погибли люди, русло реки сместилось на 100 м), в бухтах Раковая — на 3 м, Безымянная — на 5 м, Тарья — на 1,8—3 м, на мысе Маячный — на 5,7 м, во всех бухтах южнее Безымянной — на 6—8 м. В результате в бухте Вилючинская был смыт рыбозавод, погибли десятки людей, изменился ландшафт. Песок был обнаружен на высоте более 10 м. В бухте Саранная была частично смыта коса со строениями [30].

Источники цунами могут находиться и вне Камчатского региона. В 1960 г. в Чили произошло сильное землетрясение с магнитудой 8,5. Оно вызвало цунами, дошедшее до берегов Камчатки: в Петропавловске-Камчатском вода поднялась на 0,6 м, в с. Халактырка

и на мысе Маячный — на 1,5—2,0 м, в бухте Вилючинская — на 5 м, в бухте Раковая — на 6,7 м [30].

Цунамиопасным на площади является все побережье, и это необходимо учитывать при размещении временных стоянок и поселков. Особенно это касается рыболовецких бригад, которые обычно располагаются в устьевых частях рек в цунамиопасной зоне (бухты Саранная, Жировая, Вилючинская и т. д.).

ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ

На рассматриваемой площади имеются четыре действующих (Авачинский, Корякский, Горелый, Мутновский) и шесть потухших вулканов (Бакенинг, Вершинский, Ааг, Аарик, Козельский, Вилючинский). Последние хотя и прекратили свою активную вулканическую деятельность, но остались селе- и лавиноопасными объектами. Так, в 1981 г. во время циклона с вулкана Вилючинский сошел сель, похоронивший пять человек.

Основными видами вулканических процессов, представляющих опасность, являются излияния лав, выбросы газа и пирокластики, сход лахаров и селей, пеплопады. Для населенных пунктов наибольшую угрозу представляют «городские» вулканы — Корякский и Авачинский, расположенные в 20—30 км от Петропавловска-Камчатского. Оценка опасности от вулканов Горелый и Мутновский необходима в первую очередь в связи со строительством ГеоТЭС у подножия Мутновского вулкана.

Опасность, исходящая от пеплопадов, рассматривается отдельно, так как источником пепла могут служить и вулканы, расположенные за пределами исследуемой площади.

Авачинско-Корякская группа вулканов

Вулкан Авачинский (прогноз приводится по данным И. В. Мелекесцева [28]). В результате последнего извержения в 1991 г. жерло вулкана оказалось закупоренным «лавовой пробкой» мощностью 170 м и весом около 20 млн т, поэтому в процессе следующего извержения должна заметно измениться морфология привершинной части молодого конуса, он сам может превратиться в вулкан типа Сомма—Везувий, а вулкан Авачинский — в «двойной Сомма—Везувий».

Если продуктивность вулкана останется прежней — $(0,5—0,7) \times 10^6$ т/год, то любое извержение до 2000 г. по количеству ювенильного материала может быть только слабым или умеренным. Однако в сложившейся обстановке магма не поднимется прямо вверх без разрушения лавовой пробки в кратере. В случае сильной деформации привершинной части молодого конуса наиболее вероятен обвал, сопровождаемый направленным взрывом. В ходе последующей стадии будет наблюдаться эксплозивная деятельность

с выбросом ювенильной пирокластики или explosивно-эффузивная деятельность с излиянием лав. При обоих вариантах объем изверженного материала не превысит нескольких миллионов кубометров.

Вероятнее всего, что обвал произойдет в южном и юго-западном секторах молодого конуса, где толщина стенки кратера наименьшая. В том же направлении будет ориентирована и ось взрыва, поэтому на максимальное расстояние обвальные и взрывные отложения распространятся по долинам рек Сухая Халактырская и Желтуха.

Длина лавовых потоков будет невелика, и они за пределы молодого конуса скорее всего не выйдут. Большой объемный выброс пирокластики также не произойдет. Следовательно, опасность, исходящая от лавовых потоков и выпадения тефры, окажется небольшой, и на расстоянии более 10 км мощность выпавшей тефры не превысит 1—3 см. Главная опасность будет исходить от горячей ударной волны направленного взрыва, обвально-взрывных отложений и лахаров. Зона связанных с ними разрушений охватывает сектор 40—90° площадью от 5—10 до 500—600 км², предполагаемая площадь зоны разрушений может колебаться от 10 до 50 км², длина — до 10—15 км.

Массы из грубообломочного обвально-взрывного материала в зависимости от объема могут переместиться на расстояние более 10 км. Лахары в зависимости от ориентировки оси взрыва достигнут р. Авача или берега океана в районе Халактырского пляжа.

При удлинении периода относительного покоя или смене режима вулканической активности в сторону ее усиления мощность будущего извержения возрастает. Увеличивается и степень вулканической опасности от каждого компонента извержения.

В связи с этим строительство населенных пунктов и хозяйственных объектов в юго-западном и южном секторах подножия вулкана Авачинский в радиусе 12—15 км от его активного кратера должно быть запрещено из-за высокой вулканической опасности. Никакие объекты не должны возводиться на всем протяжении сухих рек, начинающихся на склонах Авачинского и Козельского вулканов, поскольку каждая из них является потенциально лавоопасной.

Вулкан Корякский — самый высокий (3456 м) вулкан Авачинско-Корякской группы; крутизна склонов конуса в верхней части 30—40°. Вулканический конус в процессе крупного цикла активности достигает определенной предельной для него высоты, после чего либо происходит латеральное смещение канала вулкана и построение нового конуса рядом с предыдущим, либо снижение вершины вулкана взрывом или обрушением [44]. Вулкан Корякский находится в квазиравновесном состоянии. У его подножия расположен Авачинский грабен, заполненный рыхлыми отложениями, мощностью до 1 км. В вершинной части вулкана находится крупный нект, препарирующийся в южных и юго-западных склонах. Северное подножие занимает более высокое положение, чем южное.

При малейшем нарушении равновесия, даже при небольшом извержении возникает возможность разрушения вулкана с обрушением раздробленной части в южном и юго-западном направлениях. Наиболее опасный сектор будет простирается от долины р. Сухая Елизовская до подножия экструзивного массива на правобережье р. Железная. В зависимости от силы извержения ареал распространения мощной толщи обвально-взрывных отложений составит 100—400 км², а край этого поля может быть удален от эруптивного центра на расстояние до 25—30 км [39].

Вулканы Южной Камчатки

Оценка вулканической опасности вулканов Горелый и Мутновский особенно важна в связи со строительством Мутновской ГеоТЭС. Вулкан Мутновский прошел стадию активного роста и находится в стадии постепенного ослабления вулканической деятельности в отличие от вулкана Горелый.

Пока нет оснований предполагать, что в ближайшее время существенно изменится активность вулкана Горелый [37]. В следующие 50—100 лет может произойти несколько извержений. Это будут либо относительно частые (через 5—10 лет) слабые извержения типа извержений 1869 и 1985 гг., которые не могут представлять угрозы, либо извержения средней силы — типа извержений 1929, 1931, 1980—1981 гг. Энергия извержений и количество выброшенного материала будут зависеть от продолжительности периода покоя. Извержение вулкана Горелый 1980—1981 гг. не представляло сколько-нибудь серьезной опасности в радиусе более 4—5 км, где суммарная мощность тефры не превышала 1—2 см. Увеличение энергии извержения в 3—6 раз может расширить радиус опасной зоны еще на несколько километров. В этом случае мощность выпавшей тефры в районе ГеоТЭС будет не больше 3—5 см (нагрузка 40—80 кг/м²).

Для вулкана Мутновский на ближайшие 50—100 лет равно вероятно три типа активности [37].

Во-первых, неопределенно долго (десятки лет) может продолжаться современное состояние вулкана, при котором энергия постоянно разряжается за счет интенсивного выноса тепла паром и термальной водой.

Во-вторых, могут происходить с разной частотой и силой фреатические взрывы. Большинство из них не будут представлять серьезной угрозы для участков, удаленных на 3—5 км от кратера, поскольку объем выброшенного материала вряд ли превысит 10 млн м³. Исключением являются только направленные фреатические взрывы. Наиболее опасным в этом отношении является северо-западный сектор подножия (30—90°), где кромка кратера ниже, чем в других местах.

В-третьих, нельзя полностью исключать возможность извержения средней силы с выносом ювенильной пирокластики. Общий объем материала составит 20—50 млн м³, а мощность тефры в районе станции — 2—3 см (нагрузка 30—50 кг/м²).

Извержение вулкана Мутновский любой силы неизбежно приведет к возникновению лахаров в долине р. Вулканная—овраге Опасный—верховье р. Мутная. При выпадении большого количества тефры возможно появление лахаров и по другим долинам. Наиболее опасными в отношении обвалов и оползней будут кратер Мутновского вулкана и северные склоны его конуса. Лахары, связанные с обвалами и оползнями, будут иметь более ограниченное распространение. Обвалы, оползни и ассоциирующиеся с ними лахары могут образовываться и в результате сильных землетрясений (осенью 1993 г. оползни и обвалы вызвали лахар по правому борту в истоках р. Жировая, общий объем отложений превысил 2,5 млн м³).

Пеплопады

Одним из главных элементов вулканической опасности являются также пеплопады. Сильные пеплопады по своему воздействию на природную среду, хозяйственные объекты и влиянию на человека сопоставимы с другими катастрофическими явлениями. Причем, это воздействие, как правило, комплексное: механическое, термическое, химическое, электрическое и даже психофизическое. К сильным отнесены пеплопады, в результате которых на земной поверхности откладывается не менее 1—2 см свежего неуплотненного пепла [38, 31]. Пепловое облако представляет значительную угрозу для пролетающих самолетов, так как при попадании частиц пепла в двигатели может произойти их остановка. Для извержений Авачинского вулкана наиболее вероятен перенос пеплового материала на высоте 4—10 км в северо-восточном направлении [31, 38]. Извержение может продолжаться от нескольких часов до нескольких недель. Вулканический пепел может представлять опасность прежде всего в районах аэропортов городов Петропавловск-Камчатский и Елизово. Для вулканов Горелый и Мутновский с довольно длительными извержениями (от нескольких дней до нескольких месяцев) перенос пепла наиболее вероятен на высотах 3—8 км в восточном направлении. Дальность переноса эруптивной тучи — десятки, реже сотни километров. При определенных метеорологических условиях пепел может представлять опасность для самолетов, заходящих на посадку в аэропорту г. Елизово.

Несомненно, главным источником пеплопадов в районе являются вулканы Авачинско-Корякской группы, Мутновский и Горелый; кроме того, возможно выпадение пеплов при извержениях вулканов Жупановской группы, Карымский, Опала, Ходутка, Ксудач и даже Алаид (Курильские острова). Вероятность сильных пеплопадов в

ближайшие десятилетия зависит от активности вышеперечисленных вулканов.

Предполагается, что большинство этих вулканов в ближайшие десятилетия извергаться не будут или будут слабо извергаться. Поэтому исходящая от них опасность будет невелика (мощность выпавшего пепла не превысит 1 мм, а дополнительная нагрузка составит не более 1 кг/м²).

ПРИРОДНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ

Месторождения — потенциальные природные источники загрязнения окружающей среды химическими элементами, которые не включаются в естественные процессы самоочищения. С аномалиями связаны специфическая заболеваемость, ослабление иммунной системы, аллергии, характерные отдаленные последствия [52].

Рудогенная специализация развитых в районе пород такова, что фоновые содержания по ряду элементов (в донных осадках и коренных породах) выше ПДК для почв в несколько раз (например, для цинка, свинца, меди, никеля). Наиболее интенсивные аномалии связаны с рудопоявлениями и месторождениями золота, где содержания меди, мышьяка, сурьмы превышают 32 ПДК, свинца — более 16 ПДК (Родниковое, Мутновское, Рогатка). Широким распространением пользуются площадные аномалии меди (16—32 ПДК и более), кобальта и цинка (16—32 ПДК), никеля и свинца (до 16 ПДК). Повышенные содержания мышьяка (16—32 ПДК, реже более 32 ПДК) приурочены к термальным площадкам (Налычевские, Горячеченские, Мутновские и др.).

Геохимический спектр поглощаемых растениями и почвами элементов тесно коррелируется с химическими особенностями литогенной основы [52]. В результате биогеохимического опробования, проведенного геохимической партией ЦКТЭ в долине р. Паратунка [3], определены группы элементов активного (цинк, серебро, германий), сильного (стронций, серебро, свинец, медь) и слабого накопления (барий, марганец, медь, никель, иногда молибден). Эти группы накопления, по мнению авторов, характерны для всех видов растительности, однако коэффициенты накопления (относительно содержания в почвах) для разных видов растительности различны. Так, содержания цинка в золе березы в 46 раз превышают значения в почвах, а для ольхи и травянистых видов — примерно в 10 раз.

Вероятно, что в районах интенсивных геохимических аномалий (рудопоявления, месторождения, выходы термальных вод) идет активное накопление токсичных элементов и в съедобных растениях, в первую очередь в ягодах и грибах.

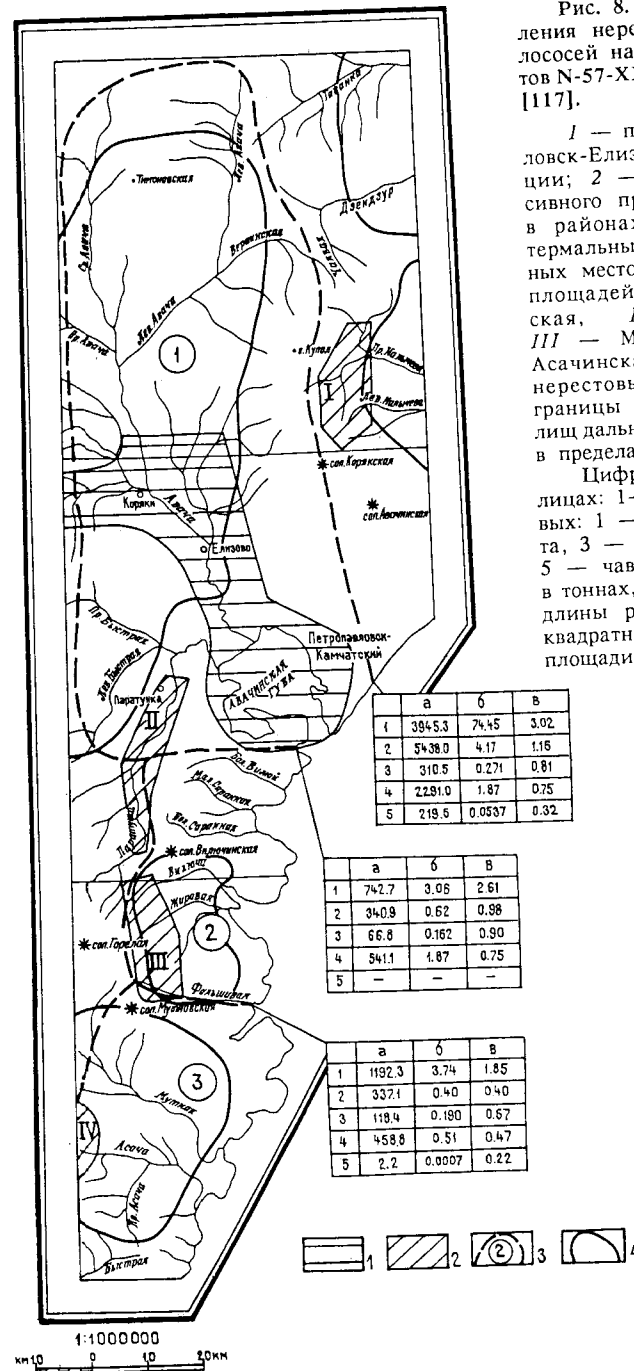
В связи с выдачей лицензий на разработку месторождений Асачинское и Родниковое встает вопрос о последствиях их экс-

плуатации для окружающей среды. Из проведенных в последнее время исследований [117] в районах разведанных (Асачинское) и эксплуатируемых (Карамкен, Магаданская область) месторождений следует, что наибольший ущерб состоит в физическом нарушении природного ландшафта. Ореолы загрязнения в донных отложениях по интенсивности и площади сопоставимы с природными геохимическими аномалиями. Химический состав вод удовлетворяет требованиям норм ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения. Основным источником техногенного воздействия на водную среду при промышленной эксплуатации месторождения являются сооружения гидротехнического комплекса хвостохранилища.

РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ И ВЛИЯНИЕ НА НИХ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Практически все реки района и большинство озер являются нерестовыми или нерестово-выростными для тихоокеанского лосося. Ограничивающим моментом в распространении нерестовых участков в верховьях рек и их притоках является повышение скорости течения до 2,5—3 м/с, наличие порогов свыше 5 м, состав грунтов и химизм воды. Примерно 75 % нерестовой площади занимает горбуша, около 20 % — кета, 7 % — красница (нерка), 5 % — кижуч и менее 1 % — чавыча (нерестовые площади разных видов частично перекрываются) [117]. Дальневосточные лососи являются анадромными рыбами, т. е. размножение их происходит в пресных водах, а нагул и половое созревание — в водах морей и океана (некоторые виды образуют жилые и карликовые формы, созревающие в пресной воде). Лососям свойствен «хоминг» — инстинкт родной реки.

На рис. 8 для каждого района дана краткая характеристика воспроизводительного потенциала лососевых стад, включающая удельную продуктивность в штуках на метр длины русла (основного русла) и в штуках на 1 м² площади нерестилищ и общую биомассу каждого вида лососей, являющуюся суммой максимальных значений массы вылова и пропуска производителей. В настоящее время в районах (1, 2) уровень воспроизводства лососей существенно понизился из-за антропогенной деятельности. Ухудшению экологической обстановки способствует техническое оснащение рыбаков: нижние течения рек и прибрежные участки загрязняются нефтепродуктами.



ЭКОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

На большей части площади подземные и поверхностные воды экологически чистые, но в районах с интенсивной антропогенной деятельностью качество вод резко ухудшается. Ежегодно в водные объекты бассейна р. Авача поступает более 4 млн м³ сточных вод, из которых все являются загрязненными или недостаточно очищенными [94]. Ежегодное поступление сточных вод в р. Паратунка и ее притоки составляет 6—7 млн м³, из которых 2 % являются загрязненными [94]. Качественная структура техногенного загрязнения такова: нитраты (средние концентрации достигают 2—4 ПДК), фенолы (2—8 ПДК), нефтепродукты (р. Авача в 1989 г. — 12 ПДК), тяжелые металлы (2—6 ПДК и более). Воды р. Авача от р. Правая Авача до пос. Новые Коряки и в районе г. Елизово относятся к II—III классам качества вод по санитарно-биологической характеристике — переходные от слабо- к сильнозагрязненным [67]. От пос. Новые Коряки до г. Елизово и ниже воды р. Авача относятся к II классу качества вод — слабо- или умереннозагрязненным.

По сравнению с 1960 г. минерализация вод в Петропавловске-Камчатском увеличилась в 2,5—4,5 раза [98]. Если тогда по минерализации воды относились к ультрапресным ($M \leq 0,1$ г/дм³), то к настоящему времени они перешли в разряд пресных ($0,1 < M < 1,0$ г/дм³) по общепринятой классификации. В 1960 г. в водах не обнаруживались нитрит и нитрат-ионы, сейчас нитрат-ион и аммоний фиксируются часто в десятых долях и единицах мг/дм³. Озера Култучное и Халактырское стали, по сути дела, городскими отстойниками. По данным Н. И. Степанова [140], содержания кадмия в воде этих озер превышают ПДК в 3,8 раза в Халактырском и в 4,4 раза в Култучном, марганца — в 1,3 и в 4,2 раза соответственно. Минерализация в оз. Култучное увеличилась в 1,8 раза, содержания хлора, натрия, кальция и магния возросли в 2 раза [98].

Водоснабжение крупнейших населенных пунктов района — городов Петропавловск-Камчатский и Елизово — осуществляется на базе Елизовского водозабора, суточная производительность которого в 1991 г. составляла 118 тыс. м³/сут. Кроме того, водоснабжение промышленных и бытовых предприятий, поселков базируется на маломощных ведомственных водозаборах (так, в Петропавловске-Камчатском в 1990 г. насчитывалось 65 разобренных водозаборов подземных вод с производительностью от 50 до 10 тыс. м³/сут). На значительной части мелких водозаборов отсутствуют зоны санитарной охраны.

ЭКОЛОГИЯ ПЕТРОПАВЛОВСК-ЕЛИЗОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, пос. ПРИМОРСКИЙ И АКВАТОРИИ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ

Техногенный ландшафт занимает около 20 % площади. Главную антропогенную нагрузку несет район Авачинской губы и ее побережья (г. Петропавловск-Камчатский, поселки Приморский, Рыбачий).

Авачинская бухта была открыта русскими землепроходцами в 1703 г., в 1740 г. был основан Петропавловский порт. В начале 1740-х годов в Петропавловске-Камчатском проживало 200 человек, в конце XVIII в. — 100, в 1854 г. — 1600, в 1897 г. — 375, в 1914 г. — 1168 человек. За последние 60 лет город развивался особенно бурно: в 1927 г. в нем проживало 1,7 тыс. человек, в 1935 г. — 35 тыс., в 1959 г. — 86 тыс., в 1970 г. — 154 тыс., в 1985 г. — 245 тыс. человек [40]. В его пространственном развитии проявлялись особенности приморских городов — в первую очередь развивались морской порт и связанные с морем производства.

В пригородной зоне Петропавловска-Камчатского сложилась крупная агломерация, состоящая из двух городов и более десяти поселков и сел, от которых до центра можно добраться за два часа на общественных видах транспорта.

Природные ландшафты могут быть отнесены к районам с относительно благополучной экологической обстановкой, но состояние локальных интенсивно освоенных участков уже сейчас определяется как близкое к критическому [3]. Практически весь объем загрязнителей от выброса и сброса вредных веществ в атмосферу и водоемы сконцентрирован по площади Петропавловск-Елизовской агломерации. По данным Камчатскгидромета уровень загрязнения атмосферного воздуха специфическими примесями здесь выше средних показателей по России. Для Елизово характерно повышенное содержание пыли (1,2 ПДК), формальдегида (8 ПДК). В Петропавловске-Камчатском — высокие концентрации формальдегида (4 ПДК) и бензапирена, фенола и диоксида азота (1,3 ПДК) (источники — свалки и автотранспорт). Несмотря на снижение выбросов от стационарных источников (в 1993 г. меньше, чем в 1992 г. на 2 тыс. т), загрязнение атмосферы остается высоким.

Петропавловск-Елизовская агломерация находится в зоне влияния двух мощных источников тяжелых металлов — это вулканы и выбросы в атмосферу продуктов сгорания от ТЭЦ, котельных и автотранспорта. Но если вулканы поставляют металлы в момент активизации, то второй источник действует постоянно.

Оценка уровня загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами Петропавловска-Камчатского, поселков Приморский и Рыбачий и акватории Авачинской губы приводится по данным Н. И. Степанова [140] (табл. 59).

Таблица 59

Уровень загрязнения и состояния окружающей среды на обследованной части Петропавловск-Камчатского агропромышленного района по [140]

Площадь загрязнения	Состояние среды в единицах фона						Всего по району
	Чистая	Относительно чистая	Слабо загрязненная	Умеренно загрязненная	Повышенно загрязненная	Высоко загрязненная	
	1	1—1,5	1,5—3	3—6	6—12	12	
<i>Авачинская губа (донные осадки)</i>							
км ²	33,7	46,0	95,0	58,0	12,8	4,0	250
%	13,5	18,4	38,0	23,4	5,1	1,6	100
<i>Петропавловск-Камчатский (почвы и грунты)</i>							
км ²	4,8	13,0	23,0	15,0	7,7	2,5	66
%	7,3	19,7	34,8	22,7	11,7	3,8	100
<i>Приморский, Рыбачий и их окрестности (почвы и грунты)</i>							
км ²	14,5	6,6	20,5	10,0	5,0	3,0	59
%	24,6	10,2	34,7	16,9	8,5	5,1	100
<i>Обследованная часть агропромышленного района</i>							
км ²	58,0	65,0	138,5	83,5	25,5	9,5	375
%	14,1	17,3	37,0	22,3	6,8	2,5	100

В загрязнении почв и грунтов города наблюдаются поперечная и продольная зональности. Поперечная зональность выражается в чередовании массивов разных уровней загрязнения с разделяющими их узкими полосами чистых почв и грунтов. Особенно четко она проявлена в северной, более широкой части города, южнее поперечная зональность не наблюдается ввиду сужения ширины застроенной части города. Такая зональность отражает прежде всего топографию города. Зоны чистых и относительно чистых почв и грунтов совпадают с незастроенными или мало-застроенными понижениями в рельефе, приуроченными к гидросети.

Продольная зональность в распределении загрязнения на территории города выражается в четкой приуроченности наиболее загрязненных участков к берегам Авачинской губы и в расположении менее загрязненных на удалении от них, т. е. на окраине города. Эта зональность, очевидно, уже не связана с топографией

города, а отражает зависимость уровней загрязнения от расстояния до его источников, которые базируются большей частью в прибрежной зоне.

Наиболее высокозагрязненными являются район оз. Приливное, центр города, район озер Солёное и Богородское, пос. Завойко. Наиболее чистые почвы и грунты занимают территории по периферии города, склоны сопок, расположенных между портом и Халактырским озером, район горы Мишенная, микрорайон Северо-Восток.

На территории поселков Приморский и Рыбачий чистые почвы и грунты занимают районы, не затронутые хозяйственной деятельностью — центральная часть п-ова Крашенинникова, окраины пос. Приморский. Высокозагрязненные почвы и грунты прилегают к военным гаражам и складам, комплексам хозяйственно-бытового назначения, к свалкам. На свалке около оз. Ближнее концентрации токсичных веществ в 110 раз выше фоновых уровней, а на свалке в истоках руч. Безымянный — в 127 раз.

Наибольшее по площади поле высокозагрязненных почв и грунтов расположено на территории военно-морской базы и вокруг нее (содержание токсичных элементов превышает фоновый уровень в 30—37 раз).

На свалках в истоках руч. Безымянный и в районе оз. Ближнее (в 9 км от пос. Приморский) Н. И. Степановым [140] выявлено более 20 локальных участков с радиоактивностью от 100—120 до 3000 мкР/ч (максимальная — 40 000 мкР/ч на свалке руч. Безымянный). Все они связаны с промышленной ветошью, металлическими отходами и ржавым песчаным грунтом. Самые высокие содержания радионуклидов выявлены в грунте на свалке в истоках руч. Безымянный. Здесь обнаружены ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs, ⁵⁴Mn, ¹⁴⁴Ce, ^{110m}Ag, содержания которых превышают уровень глобального загрязнения в десятки и сотни раз. Шлейфы загрязнения от свалки тянутся до бух. Безымянная.

Загрязненными являются почвы, грунты и морская вода в районе могильников ядерных отходов. Содержание ¹³⁷Cs достигает 21,6 Бк/г (в 800 раз выше глобального загрязнения), ⁶⁰Co — 0,018 Бк/г (равно глобальному загрязнению).

Основными источниками загрязнения г. Елизово являются топливно-энергетический комплекс и автотранспорт. Высокий уровень загрязнения приурочен к центральным улицам города с интенсивным движением (улицы Завойко, Ленина, Магистральная, пос. Пограничный) и к автострате Елизово—Петропавловск [67]. Суммарный выброс вредных веществ в атмосферу котельными города составляет более 300 т в год (данные статуправления). Одним из крупнейших источников загрязнения г. Елизово является территория аэропорта с прилегающими к ней подъездными путями. За 1991 г. в результате работы аэропорта выброшено в атмосферу более 230 т вредных веществ (продуктов сгорания) [67].

Довольно широкое распространение на территории листов N-57-XXI, XXVII имеет сельскохозяйственный комплекс, который включает в себя животноводческие фермы, подсобные хозяйства, сельскохозяйственные поля, огороды, теплицы. Техногенная нагрузка от сельхозугодий заключается в систематической обработке почв и внесении удобрений. Например, на поля совхоза Пограничный вносится 0,34 т/га минеральных и 11,2 т/га органических удобрений. Это приводит к избыточному накоплению минеральных и органических соединений в почвах и грунтовых водах. При внесении азотных удобрений необходимо учитывать ландшафтно-геохимические условия территории, ее рельеф и климатический фактор, физиологические свойства растений. Отрицательные эколого-геохимические последствия применения высоких доз азотных удобрений связаны с вероятностью образования канцерогено-нитрозаминов, возникающих в живом организме и обладающих способностью вызывать злокачественные опухоли [52].

Акватория Авачинской губы является объектом интенсивного хозяйственного использования. Основными источниками загрязнения являются предприятия судоремонтной и рыбоперерабатывающей промышленности, хозяйственные и коммунальные стоки населенных пунктов, предприятия различных отраслей народного хозяйства, морские суда.

Ежегодно в Авачинскую губу сбрасывается около 140 млн м³ сточных вод (в 1993 г. сброс сточных вод без очистки уменьшился на 7,85 млн м³, из них 1,6 млн м³ за счет очистных, а остальные в результате спада производства) [3]. За последние годы в придонном слое центральной части губы наблюдается зона экстремально низкого содержания кислорода, фиксируемая преимущественно в летне-осенний период [94]. Повторяемость концентраций кислорода ниже нормы с каждым годом увеличивается, а в 1991 г. достигла 38 %, что свидетельствует о нарастающем дефиците кислорода в глубинных слоях и постоянном накоплении загрязняющих веществ в наиболее глубоководной части губы.

Состояние донных осадков в Авачинской губе исследовалось Н. И. Степановым [140]. Большую часть площади занимают чистые и слабозагрязненные осадки (70 %). Сильнозагрязненные осадки приурочены непосредственно к источникам загрязнения — это районы портов, судоремонтного завода, места стоянок кораблей. Сюда прежде всего относятся бухты Раковая, где концентрация загрязнителей превышает фоновый уровень в 208 раз, Богородское озеро (в 50 раз), Сероглазка (в 95 раз), Сельдевая (в 82 раза), Завойко (в 25 раз).

ЗЕМЛИ ПРИРОДООХРАННОГО И РЕКРЕАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Невозможно переоценить рекреационное значение территории. На площади листов расположены заказники Тимоновский и Три Вулкана, земли природоохранного назначения — редкие ландшаф-

ты (кальдеры вулканов Горелый и Мутновский), земли природно-заповедного назначения — памятники природы (перечень их включает 15 объектов), земли рекреационно-оздоровительного назначения (санаторно-курортная Паратунская зона, гидротермальные лечебно-оздоровительные источники, туристические базы, эколого-оздоровительный лагерь Надежда, Паратунский туристско-оздоровительный лагерь, лесопарки).

Вулканы, горячие источники, первозданная природа, уникальный животный мир — все это привлекает внимание предпринимателей и заставляет развивать рекреационный бизнес. Уже сегодня туристические услуги для путешествий по Камчатской области предлагают более 70 фирм и их количество постоянно растет. Тем не менее социальный и хозяйственный прессинг ведет к интенсификации сокращения площадей зеленых зон агломерации Петропавловск—Елизово. В Елизовском районе из лесного фонда было выведено земель (га): в 1981 г. — 329, в 1985 г. — 446, в 1990 г. — 2442, в 1994 г. — 6167 [3].

В настоящее время перед проектировщиками рекреационных территорий стоит проблема выбора, что предпочесть: организацию Национального парка с ограниченным режимом природопользования и контролируемым посещением или создание зоны отдыха с целевой установкой на массовый туризм, горнолыжный спорт, бальнеологию [3]. При решении этой проблемы, по всей видимости, необходимо использовать опыт создания Национальных парков США и многочисленных зеленых зон Франции.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАЙОНА

Камчатка является уникальным комплексом чрезвычайно сложного природного строения, обладающим рядом благоприятных и неблагоприятных факторов. К благоприятным относятся: уникальные ландшафты, наличие термальных и минеральных вод, огромные биоресурсы растительного и животного мира, полезные ископаемые. К неблагоприятным, стрессовым факторам можно отнести вулканизм, сейсмичность, особо опасные метеоусловия (ураганные ветры, тайфуны, метели), интенсивное развитие экзогенных процессов (обвалы, оползни, сели, лавины). Техногенное загрязнение природной среды в сочетании с неблагоприятными природно-климатическими условиями, а также геохимические особенности территории не могут не сказываться на состоянии здоровья населения. По уровню заболеваемости гипертонией, ишемической болезнью, бронхитом, астмой, гастритом, нефритами, новообразованиями Камчатка значительно опережает другие районы Дальнего Востока и в целом Российскую Федерацию [3].

Длительная восстановительная способность ландшафтов, слабая очистная способность биогеоценозов, низкая репродуктивность по-

верхностных вод — все это требует принятия срочных мер по улучшению экологической обстановки района.

Основное внимание, по всей видимости, должно быть уделено созданию Национальных парков, сохранению зеленых зон.

Исходя из конкретных условий экологической обстановки, предлагаем следующие мероприятия для ее улучшения и снижения возможных негативных последствий от сильных землетрясений и катастрофических вулканических извержений.

1. Строительство полигонов (не менее 50) для бытовых отходов и очистных сооружений для бытовых и коммунальных стоков.

2. Проведение мониторинга окружающей среды в районах базирования атомных подводных лодок, могильников токсичных и радиоактивных отходов с учетом крайней потенциальной сейсмической опасности этой территории.

3. Запрещение выделения под СОТы земель у подножий вулканов, а также посадка лесозащитных полос в районе вулканов Корякский и Авачинский на селеопасных и лавиноопасных участках.

4. Проведение мониторинга вулканов Корякский и Авачинский с целью кратковременного и долгосрочного прогноза извержений.

5. Исследование влияния на здоровье человека длительного пребывания в районах гидротермопроявлений.

6. Развитие рекреационного природопользования в районе источников (Налычевских, Горячереченских, Желтореченских, Вилючинских и др.) сопровождать мониторингом состояния и контроля качества природной среды.

7. Сооружение хвостохранилищ современной конструкции при разработке золоторудных месторождений. Исключение складирования породных отвалов в руслах водотоков, рекультивация, системы водоотвода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Территория листов разнородна по геологическому строению; возраст пород, слагающих ее, имеет диапазон от протерозоя до антропогена включительно. В связи с этим все нерешенные и дискуссионные вопросы Камчатского региона в большей или меньшей степени касаются рассмотренной площади.

Одной из сложнейших проблем юго-востока полуострова является проблема идентификации и корреляции мезозойских отложений, объединенных нами в николюскую толщу. В дальнейшем корреляция мезозойских отложений с киргуропской, хозгонской, ирунейской свитами, валагинской серией, то есть со всеми стратонами, с которыми сравниваются эти отложения, нужно сочетать с корректными определениями радиологического возраста вулканитов и пород субвулканических тел. При этом надо иметь в виду вполне реальную вероятность тектонического скупивания для мезозойских образований этого района. В свете этого предположения большого внимания заслуживает установленный нами серпентинитовый меланж в основании береговых обрывов Авачинской губы.

Впервые на карте Юго-Восточной Камчатки показаны эоценовые отложения васьиловской и пресновской толщ. Их выходы ограничены разломами, и необходимы дальнейшие работы для установления их объема и соотношений. Для более точного и реалистичного понимания эоценового отрезка истории района необходимо провести комплексные биостратиграфические исследования в бассейне рек Паратунка, Большой Вилюй, в бухтах Саранная и Спасения.

Для обширной территории применен опыт расчленения олигоцен-миоценовых вулканогенно-осадочных отложений, полученный при геологосъемочных работах масштаба 1 : 50 000. Трудность такой работы заключалась в том, что не всегда картируемые толщи имеют надежные литологические и палеонтологические критерии выделения.

Часть проблем корреляции четвертичных образований возникла в связи с необходимостью выделения эоплейстоценовых отложений, считавшихся ранее плиоценовыми или нижнечетвертичными. Часто надежность их выделения прямо зависит от качества палеомагнитных исследований и технического обеспечения радиоизотопных лабораторий.

Значительная часть вопросов расчленения плейстоценовых образований была бы снята, если бы имелась возможность идентификации таких важных реперов, как отложения первой и второй фаз верхнеплейстоценового оледенения. В данном районе с широко проявленным вулканизмом эти вопросы должны решаться введением тефрохронологической методики в практику геологического картирования. Примененные нами результаты таких исследований дали положительный эффект.

Изучение глубинного строения территории проводилось с помощью комплекса геофизических методов с учетом проявленного и проявляющегося вулканизма. Анализ материала позволил высказать предположение о чрезвычайно активном процессе магматического замещения в пределах верхней части земной коры под вулканическим поясом. Нами впервые для региона поставлена проблема деструкции земной коры, ее переработки и вытеснения ее блоков в процессе вулканизма. Глубины, на которых ощущается воздействие магматических масс, движущихся к поверхности, достигают 10 км. Предполагаемая деструкция затрагивает как магмометаморфический слой, так и мезозойские интенсивно дислоцированные отложения.

Основной положительный итог данной работы заключается в выделении на изученной площади вулканических и гипабиссальных комплексов. Их ограничение в пространстве, проведенное на основании фациального палеовулканического анализа, биостратиграфических, радиологических, петрохимического, геофизических и геоморфологического методов, позволило не только объективно отразить геологическое строение, но и конкретизировать прогноз на золото и серебро, термальные воды, создать предпосылки для уточненного прогноза на другие виды полезных ископаемых.

На представленных картах вулканические комплексы являются основными единицами картирования. При их изучении и последующих корреляциях одна из существенных сложностей заключается в возможности сосуществования в одно и то же время разнородных центров магматической активности. Например, карымшинский комплекс риодацитового состава формировался в одно время с плиоценовым андезибазальтовым зеленевским комплексом. Кроме того, вулканические комплексы часто имеют длительное развитие и направленную эволюцию. Продукты их конечных стадий значительно отличаются от вулканитов ранних фаз составом, механизмом извержения. В связи с этим существует проблема сопоставления ранних и поздних фаз комплексов к одному комплексу.

Тем не менее выделение вулканических комплексов является насущной задачей, так как положение центров долговременной эндогенной активности, которые обусловили формирование комплексов, находится в зависимости от процессов, протекающих в глубинных структурах Земли. Одной из важнейших задач изучения вулканических районов остается проблема корреляции вулканических комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная

1. Авдейко Г. П., Вольнец О. Н. Курило-Камчатская дуга. — В кн.: Петрология и петрохимия островных дуг и морей. М., Наука, 1987, с. 37—85.
2. Аккреционная тектоника Восточной Камчатки/В. П. Зинкевич, Е. А. Константиновская, Н. В. Цуканов, А. В. Рихтер. М., Наука, 1993. 272 с.
3. Актуальные вопросы природопользования и геологической культуры на Камчатке. — В кн.: Тезисы докладов I региональной научно-практической конференции по вопросам рационального природопользования, экологической культуре на Камчатке. Петропавловск-Камчатский, 1994, с. 67—74.
4. Альбов Ю. А. (отв. ред.). Геологическая карта СССР м-ба 1 : 1 000 000 (нов. сер.). Лист N-(56), 57 — Петропавловск-Камчатский. Л., ВСЕГЕИ, 1989.
5. Апрельков С. Е. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000. Серия Западно-Камчатская. Лист N-57-XXVII. М., Недра, 1965.
6. Апрельков С. Е. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000. Серия Западно-Камчатская. Лист N-57-XXI. М., Недра, 1972.
7. Апрельков С. Е., Харченко Ю. И., Шеймович В. С. Перлиты гор Бархатная и Купол на Камчатке. — В кн.: Закономерности формирования и размещения месторождений вулканических стекол. М., Наука, 1969, с. 56—59.
8. Балеста С. Т., Гонтовая Л. И. Сейсмическая модель земной коры Азиатско-Тихоокеанской зоны перехода в районе Камчатки. — Вулканология и сейсмология, 1985, № 4, с. 83—90.
9. Бондаренко В. Н. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000. Серия Западно-Камчатская. Лист N-57-XXVI. М., Недра, 1966.
10. Бондаренко В. Н. Сравнительный анализ геологических объектов с закономерной изменчивостью свойств. М., Недра, 1978. 133 с.
11. Бояринова М. Е. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000. Серия Восточно-Камчатская. Лист N-57-XV. М., Недра, 1986.
12. Викулин А. В., Семенец Н. В., Широков В. А. Землетрясение будет завтра. Петропавловск-Камчатский, 1989. 75 с.
13. Виноградов В. И., Григорьев В. С., Кострыкина В. М. Возраст метаморфических пород фундамента Камчатки. — Советская геология, 1991, № 7, с. 58—64.
14. Виноградов В. И., Шеймович В. С., Вишневская И. И. Ахонтенский гранитоидный массив — модельный пример гранитизации в зоне перехода континент—океан. — Геология и разведка, 1993, № 5, с. 50—63.
15. Возраст золото-полиметаллического оруденения жировского вулканорудного центра (Южная Камчатка)/И. В. Сандимиров, В. Д. Пампура, Г. П. Сандимирова, В. Н. Гудкова. — ДАН СССР, сер. геол., 1993, т. 329, № 5, с. 637—639.

16. Возраст действующих вулканов Курило-Камчатского региона/О. А. Брайцева, И. В. Мелекесцев, В. В. Пономарева, Л. Д. Сулержицкий, С. Н. Литасова. — Вулканология и сейсмология, 1994, № 4—5, с. 5—32.
17. Вольнец О. Н. О неоднородности составов в потоках и экструзиях кислых лав. — В кн.: Кислый вулканизм. Новосибирск, Наука, 1973, с. 57—73.
18. Вулканический центр: строение, динамика, вещество. М., Наука, 1980. 300 с.
19. Высококальциевые андезиты фронтальной части островной дуги (Камчатка)/Э. Ю. Балуев, А. Б. Перепелов, В. В. Ананьев, В. Н. Тактаев. — ДАН СССР, сер. геол., 1984, т. 279, № 4, с. 977—981.
20. Геологическое строение зон активного кайнозойского вулканизма. Составители: В. С. Шеймович, М. Г. Патока. М., Недра, 1989. 206 с.
21. Геология СССР. Т. XXXI. Камчатка, Курильские и Командорские острова. Ч. I. Геологическое строение. М., Недра, 1964. 733 с.
22. Глубинное сейсмическое зондирование Камчатки. М., Наука, 1978. 130 с.
23. Действующие вулканы Камчатки. Т. II/Под ред. С. А. Федотова, Ю. П. Масуренкова. М., Наука, 1991. 415 с.
24. Деменицкая Р. М. Кора и мантия Земли. М., Недра, 1975. 256 с.
25. Ерешко Э. М., Лебедев М. М., Корницкая Г. Г. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000. Серия Западно-Камчатская. Лист N-57-XX. М., 1976.
26. Иванов Б. В., Плюснин Г. С. Изотопный состав в андезитах Камчатки. — Вулканология и сейсмология, 1988, № 6, с. 18—25.
27. Исторические извержения Авачинского вулкана на Камчатке (попытка современной интерпретации и классификации для долгосрочного прогноза типа и параметров будущих извержений). Ч. I (1737—1909 гг.)/И. В. Мелекесцев, О. А. Брайцева, В. Н. Двигало, Л. И. Базанова. — Вулканология и сейсмология, 1993, № 6, с. 13—27.
28. Исторические извержения Авачинского вулкана на Камчатке (попытка современной интерпретации и классификации для долгосрочного прогноза и параметров будущих извержений). Ч. II (1926—1991 гг.)/И. В. Мелекесцев, О. А. Брайцева, В. Н. Двигало, Л. И. Базанова. — Вулканология и сейсмология, 1994, № 2, с. 3—22.
29. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Камчатка, Курильские и Командорские острова/И. В. Мелекесцев, О. А. Брайцева, Э. Н. Эрлих, А. Е. Шанцер. М., Наука, 1974. 438 с.
30. Каталог цунами на Камчатке. Обнинск—ВНИИГМИ—МЦД. 1987. 50 с.
31. Кирьянов В. Ю. Вулканические пеплы Камчатки как источник потенциальной опасности для пассажирских авиалиний. — Вулканология и сейсмология, 1992, № 3, с. 16—36.
32. Кристаллохимия и генезис карбонатов из меланократовых базальтоидов вулкана Авача на Камчатке/А. И. Горшков, В. А. Селиверстов, А. И. Байков, Л. П. Аникин, А. В. Сивцов, В. Л. Дунин-Барковский. — Геология рудных месторождений, 1995, т. 37, № 1, с. 54—66.
33. Литвинов А. Ф. Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1 : 200 000. Серия Восточно-Камчатская. Листы N-57-XXXII, XXVIII, XXXIV. М., Недра, 1992.
34. Львов А. Б. О возрасте метаморфических пород Ганальского хребта Камчатки. — Геология и геофизика, 1985, № 7, с. 47—57.
35. Масуренков Ю. П., Комкова Л. А. Геодинамика и рудообразование в купольно-кольцевой структуре вулканического пояса. М., Наука, 1978. 250 с.
36. Межеловский Н. В. (гл. ред.). Геологическое картирование хаотических комплексов. М., Роскомнедра, 1992. 230 с.
37. Мелекесцев И. В., Брайцева О. А., Пономарева В. В. Динамика активности вулканов Мутновский и Горель в голоцене и вулканическая опасность для прилегающих районов (по данным тефрохронологических исследований). — Вулканология и сейсмология, 1987, № 3, с. 3—18.
38. Мелекесцев И. В. Сильные вулканические пеплопады в районе г. Петропавловск-Камчатский. — Вопросы географии Камчатки, 1989, № 10, с. 101—107.
39. Мелекесцев И. В., Литасова С. Н., Сулержицкий Л. Д. О возрасте и масштабе катастрофических извержений типа направленного взрыва вулкана Авачинский (Камчатка) в позднем плейстоцене. — Вулканология и сейсмология, 1991, № 2, с. 3—11.
40. Моисеев Р. С. Факторы и перспективы развития г. Петропавловск-Камчатский. — Вопросы географии Камчатки, 1989, № 10, с. 18—25.
41. Объяснительная записка к Обзорной карте месторождений строительных материалов Камчатской области масштаба 1 : 1 500 000. М., МГ РСФСР, 1985. 126 с.
42. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 1995. 127 с.
43. Петрохимия кайнозойской Курило-Камчатской вулканической провинции/Под ред. Э. Н. Эрлиха. М., Наука, 1966. 277 с.
44. Пономарева В. В. История формирования рельефа Камчатки в голоцене (на примере вулканов Кизимен и Крашенинникова). Канд. дис. М., ГИН РАН, 1994. 17 с.
45. Пузанков Ю. М. Геохимическая зональность в островной дуге на примере Авачинского ряда вулканов. — В кн.: Геохимическая типизация магматических и метаморфических пород Камчатки. Новосибирск, 1990, с. 114—128.
46. Пузанков Ю. М. Геохимия вулканических пород эоцен-олигоценной островной дуги (Камчатка). — Геология и геофизика, 1994, т. 35, № 1, с. 84—97.
47. Ротман В. К. (ред.-сост.). Металлогеническая карта Камчатки, Сахалина и Курильских островов м-ба 1 : 500 000. Л., ВСЕГЕИ, 1984.
48. Сейсмическая модель Авачинского вулкана (по данным КМПВ—ГСЗ)/С. Т. Балеста, Л. И. Гонтовая, А. А. Каргопольцева, В. Г. Пушкарева, С. Л. Сениюкова. — Вулканология и сейсмология, 1988, № 2, с. 43—55.
49. Сейсмофокальная зона Камчатки (геометрия, размещение очагов землетрясений и связь с вулканизмом)/С. А. Федотов, А. А. Гусев, Г. В. Чернышова, Л. С. Шумилина. — Вулканология и сейсмология, 1985, № 4, с. 91—107.
50. Сидоров М. Д. Картирование мезозойского фундамента Авачинско-Корякской группы вулканов (Камчатка) методом плотностного моделирования. — Вулканология и сейсмология, 1994, № 4—5, с. 99—105.
51. Слепов Ю. М. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000. Серия Западно-Камчатская. Лист N-57-XXXIII. М., Недра, 1966.
52. Теория и практика геохимических поисков в современных условиях. (Тезисы докладов к IV Всесоюзному совещанию). М., ИГЕМ, 1988. 119 с.
53. Уткин В. П. Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. М., Недра, 1989. 168 с.
54. Федотов С. А. Камчатка готовится к землетрясению. — Природа, 1989, № 12, с. 87—89.
55. Флеров Г. Б., Хренов А. П., Петрова В. В. Пемзовые и пемзовидные включения в базальтах четвертичных вулканов Камчатки и Курил. — В кн.: Включения в вулканических породах Курило-Камчатской островной дуги. М., Наука, 1978, с. 198—218.
56. Шапиро М. Н., Шульдинер В. И., Шанцер А. Е. Очерки тектонического развития Камчатки. М., Наука, 1987. 247 с.

57. Шеймович В. С. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000. Серия Западно-Камчатская. Листы М-57-II, III. М., Недра, 1978.
58. Шеймович В. С. Игнимбриты Камчатки. М., Недра, 1979. 178 с.
59. Шеймович В. С. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200 000. Серия Западно-Камчатская. Лист N-57-XXXII (сопка Опала). М., Недра, 1985.
60. Шека С. А., Куренцова Н. А., Волюнец О. Н. Гипербазитовый парагенезис вкрапленников базальтов. — В кн.: Типоморфные особенности породообразующих минералов. Владивосток, ДВГИ, 1978, с. 5—41.
61. Экзотические лавы Авачинского вулкана (авачиты)/Ф. Ш. Кутыев, Б. В. Иванов, А. А. Овсянников, Л. П. Аникин. — ДАН СССР, сер. геол., 1980, т. 255, № 5, с. 1240—1242.
62. Эрлих Э. Н. Современная структура и четвертичный вулканизм западной части Тихоокеанского кольца. Новосибирск, Наука, 1973. 242 с.

Фондовая*

63. Аведисян В. И., Иванов С. П. Отчет о результатах гравиметрической съемки м-ба 1 : 200 000, проведенной Гореловским отрядом спецпартии № 17 в центральной части Южно-Камчатского района в 1978 г. 1979.
64. Апрельков С. Е., Ольшанская О. Н. Отчет по обобщению материалов гравиметрической съемки м-ба 1 : 200 000 с целью составления структурно-формационной карты Южной Камчатки м-ба 1 : 500 000, проведенному Южно-Камчатским отрядом в 1983—1986 гг. (листы N-56, N-57, M-57). Опытно-методические работы. 1986.
65. Афанасьев А. В., Суханов И. А., Афанасьева М. Н. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на флангах Родниковой рудной зоны и поискового доизучения флангов одноименного рудного поля за 1989—1992 гг. 1992.
66. Бабушкин Д. А. Отчет по поискам и оценке золоторудных тел в бассейнах рек Воеводской, Иудумич, ручьев Каменистого, Удачного (Южно-Камчатская партия 1975—1977 гг.). 1977.
67. Багинян М. К. Разработка основ экономического мониторинга и оценка техногенного воздействия Елизовской агломерации на окружающую среду и человека. Фонд «Госкомприроды», 1993.
68. Баженов Е. А., Округин В. М., Талалай М. А. Отчет Центральной геологической партии геохимических методов о результатах опытно-методических работ, проведенных в 1984—1987 гг. на территории Южной Камчатки. 1987.
69. Большаков Н. М. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на площади Асачинского участка в 1981—1984 гг. 1984.
70. Бражаев В. И., Горяев М. И. Отчет о работе Южно-Камчатской гравиметрической партии за 1963 г. 1963.
71. Братов М. М., Манухин Ю. Ф., Боковикова В. С. Отчет о результатах детальной разведки месторождения пресных грунтовых вод, проведенной Авачинским отрядом на правом берегу р. Авачи у пос. Елизово для водоснабжения г. Петропавловска-Камчатского в 1966—1968 гг. (с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 1 мая 1968 г.). 1968.
72. Бубнов В. Д. Отчет по теме «Анализ состояния и прогноз развития ГСР-50 в Камчатской области за 1989—1995 гг.». 1995.
73. Валов В. В., Горяев С. М., Бархатов Ю. В. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейна р. Авача и верховьев левых притоков р. Быстрой. Отчет Авачинской партии о результатах групповой геологической съемки м-ба 1 : 50 000 с общими поисками в пределах листов N-57-77-B (а, в); -89-A, B, Г; -90-B (в); -101-A (а, б); -Б (а, б); -102-A (а) и геологического доизучения м-ба 1 : 50 000 с общими поисками в пределах листов N-57-88-B, Г; -89-A (в); -B (а, в); -101-A (а); -77-B (а, в); -89-Г (б), проведенных в 1986—1990 гг. 1990.
74. Векшин А. А. Отчет о результатах комплексных геолого-геофизических работ в Камчатско-Авачинской сейсмической зоне по прогнозу землетрясений в 1991—1992 гг. (рейс № 1 НИС «Севморгеология»).
75. Велитченко Е. Н. Отчет о результатах доразведки Северо-Восточного фланга месторождения строительного песка Халактырка-I с подсчетом запасов по состоянию на 1.07.1991 г. 1992.
76. Ворожейкина Л. А. Прогнозная оценка геотермальных ресурсов Камчатской области на 1980 г. 1980.
77. Ворожейкина Л. А., Котельникова Т. К., Черкасова Н. Н. Отчет по опытно-методической работе «Прогнозная оценка эксплуатационных ресурсов подземных промышленных вод Камчатской области». 1985.
78. Ворожейкина Л. А. Опытно-методическая работа по применению геолого-структурных, геофизических и дистанционных критериев поисков термальных вод на закрытых площадях. 1995.
79. Воронков Л. М., Ямпольский В. А., Шумопина Т. В. Отчет о результатах поисковых работ на термальные воды, проведенных на участке Ягодном Южнобережной площади в 1986—1988 гг. 1989.
80. Высоцкий А. В., Козовая Т. В., Хлопков В. В. Отчет о результатах доразведки Авачинского месторождения песчано-гравийной смеси с подсчетом запасов по состоянию на 1.11.1993 г. 1993.
81. Высоцкий А. В. Отчет о результатах поисково-оценочных работ, проведенных на Начикинском месторождении цеолитового сырья в 1989—1991 гг. 1994.
82. Гладикова В. М. Отчет Палеонтологической партии о результатах работ по биостратиграфическому расчленению и обоснованию возраста палеоген-миоценовых образований Южной, Центральной и Северной Камчатки в 1976—1980 гг. 1980.
83. Гладикова В. М. Отчет Палеонтологической партии о результатах работ по биостратиграфическому расчленению и обоснованию возраста неогеновых образований Восточной Камчатки в 1981—1984 гг. 1984.
84. Горбадей Э. Ф., Гущина Л. А. Гравиметрическая карта СССР. М-б 1 : 200 000. Система 1971 г. Листы N-57-XXVII, XXVIII, XXIX (подготовлена к изданию). 1987.
85. Горбадей Э. Ф. Гравиметрическая карта СССР. М-б 1 : 200 000. Система 1971 г. Лист N-57-XXI (подготовлена к изданию). 1988.
86. Данилеско Н. Ф., Адамчук Г. Л. Отчет о геологической съемке и поисках в м-бе 1 : 50 000, проведенных Городской партией на территории листов N-57-101-B, Г; N-57-102-A, B, Г; N-57-103-A, B, В, Г; N-57-114-A, B в 1976—1980 гг. 1980.
87. Декусар З. Б. Отчет о гидрогеологических исследованиях м-ба 1 : 200 000, проведенных на территории листа N-57-XXXIII в 1971—1973 гг. Мутновским гидрогеологическим отрядом. 1974.
88. Долматов Б. К. Отчет о геологической съемке и поисках м-ба 1 : 50 000, проведенных Тимоновской партией в верховьях рек Средней Авачи и Кавычи летом 1963 г. 1964.

* Материалы, для которых не указано место хранения, находятся в ТГФ Камчатгеолкома.

89. Донченко В. Е. Отчет Корневской гидрогеологической партии о результатах гидрогеологической съемки м-ба 1 : 200 000, проведенной на территории листа N-57-XXI в 1987—1991 гг. 1991.
90. Евсеев Г. Н. Отчет о результатах поисковых работ в пределах Южно-Быстринского рудного узла в 1986—1990 гг. (Рудная геолого-поисковая партия, Быстринский отряд). 1990.
91. Евтухов А. Д., Чебыкин Н. Н., Пабракова Т. П. Отчет о детальных поисках термальных вод на Кеткинском участке Пиначевской геотермальной площади в 1986—1994 гг. 1994.
92. Еркин В. М. Оценка прогнозных ресурсов Камчатской области на 1.01.1988 г. 1988.
93. Еркин В. М., Кучуганов В. А., Большаков Н. М. Оценка прогнозных ресурсов золота коренных месторождений Камчатской области по состоянию на 1.01.1993 г. Отчет Центральной прогнозно-металлогенической партии о результатах работ по теме «Оценка прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Камчатской области по состоянию на 1.01.1993 г.». 1993.
94. Жилин Н. И., Киселев С. Ю., Смолина Н. Н. Проект на проведение гидрогеологического доизучения с инженерно-геологическими исследованиями и картирование м-ба 1 : 200 000 на территории листа N-57-XXVII на 1991—1996 гг. 1992.
95. Забарный Г. Н. Отчет о результатах бурения на термальные воды поисковой скважины Г-1 на участке Хлебозавод Петропавловской площади в 1986—1988 гг. 1988.
96. Задворный В. С. Отчет о результатах инженерно-геологического картирования (для цели подземного строительства на глубину 200 м) м-ба 1 : 200 000 г. Петропавловска-Камчатского. Отчет Халактырского инженерно-геологического отряда за 1986—1988 гг. 1988.
97. Зимин В. М. Отчет о результатах комплексных геолого-гидрогеологических съемочных работ м-ба 1 : 50 000 в бассейне р. Паратунки (1967—1972 гг.) и поисковых работ на термальные воды в районе Верхнепаратунских и Карымшинских горячих источников (1970—1972 гг.). 1972.
98. Зонтов В. Н. Отчет «Анализ и обобщение результатов экологических исследований агломерации Петропавловск—Елизово—Вилючинск (договор № 01-14/130 с Камчатоблприродой)». 1996.
99. Игнатов А. П. Отчет о результатах детальных поисковых работ на участках Родниковом и Карбонатном и поисково-оценочных работ на жилой зоне Родниковой, проведенных в 1979—1982 гг. 1982.
100. Кадастр скважин. Лист N-57-В.
101. Кирюхина Н. И., Ямпольский В. А., Шумопина Т. В. Отчет о результатах поисковых работ на термальные воды, проведенных на участке Ближнем Южнобережной площади в 1985—1988 гг. 1989.
102. Кобылкин М. Ф. Отчет о результатах поисков и предварительной разведки титаномагнетитовых песков на Халактырском и Озерновском пляжах (Халактырская поисково-разведочная партия), 1965—1966 гг. 1966.
103. Ковтунов И. Е., Дубровина Г. С. Отчет о результатах гравиметрической съемки м-ба 1 : 200 000, проведенной Камчатским отрядом специализированной гравиметрической партии № 17 в пределах листов N-57-XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX в зимний период 1979—1980 гг. 1981.
104. Козова Т. В. Отчет о результатах детальной разведки Паратунского месторождения перлитов с подсчетом запасов по состоянию на 1.01.1984 г. 1985.
105. Кошкин В. Л. Отчет о научно-исследовательской работе «Датирование вулканических отложений Камчатки по трекам от осколков деления урана». Фонды Института вулканологии, 1986.
106. Кудинов В. И. Отчет о результатах работ по производству литогеохимической съемки м-ба 1 : 200 000 по потокам рассеяния на площади листов N-57-XXI, XXII, XXVI, XXVII, XXVIII, XXVIII, проведенных Восточным геохимическим отрядом в 1988—1993 гг. 1993.
107. Кучуганов В. А., Сапожникова Л. П. Изучение рудоносности вулканических формаций Камчатки за 1982—1985 гг. 1985.
108. Кучуганов В. А., Полетаев В. А., Еркин В. М. Карта прогноза СССР на золото (по основным провинциям) м-ба 1 : 500 000. Объяснительная записка. Отчет партии прогноза и оценки месторождений по теме «Составление прогнозных карт на золото Центрального и Южно-Камчатского рудных районов». 1987.
109. Лезин В. И., Прозоровский В. А. Отчет о результатах предварительной разведки центральной части Родникового месторождения за 1984—1988 гг. 1988.
110. Лоншаков Е. А., Синельников С. Г. Геологическое строение и полезные ископаемые приводораздельной части бассейнов рек Банная—Карымшина и Лев. Быстрая—Карымшина. (Окончательный отчет о геологосъемочных и поисковых работах м-ба 1 : 50 000, проведенных Шемедоганской партией летом 1970—1972 гг.). 1973.
111. Лоншаков Е. А., Бархатов Ю. В. Геологическое строение и полезные ископаемые Юго-Восточной Камчатки. Отчет по групповой геологической съемке и поискам м-ба 1 : 50 000, проведенным Гореловской партией в бассейнах рек Вилюча, Жировая, Фальшивая, Мутная в 1974—1979 гг. Листы N-57-113-В-г; N-57-124-Б-б, г; N-57-124-Г-б, г; N-57-125-А, Б, В, Г; N-57-126-А-а, в; N-57-126-В-а, в; N-57-136-Б-б, г; N-57-137-А, Б; N-57-138-А-а (в 4-х томах). 1979.
112. Лопатин В. Б. Опорная легенда Южно-Камчатского рудного района Государственной геологической карты РФ м-ба 1 : 50 000. Отчет Южно-Камчатского отряда о результатах опытно-методических работ по разработке опорной легенды Южно-Камчатского рудного района Государственной геологической карты РФ м-ба 1 : 50 000, проведенных в 1989—1994 гг. Южно-Камчатская серия листов. Листы N-57-100-Г; 101-В; 112-А, Б, В, Г; 113-А, Б, В, Г; 124-Б, Г; 125-А, Б, В, Г; 136-Б; 137-А, Б, В, Г. 1995.
113. Мальцева К. И., Райко А. В., Данилин А. А. и др. Отчет о работах по пересчету эксплуатационных запасов пресных подземных вод Елизовского месторождения по состоянию на 1.01.1991 г. (предварительная разведка эксплуатируемого месторождения). 1991.
114. Манухин Ю. Ф., Звонцов Ю. Н. Отчет о гидрогеологических, гидрохимических и гидрогеотермических исследованиях, проведенных на территории листа N-57-XXVII Карымшинской ГПП № 1 в 1965—1966 гг. 1967.
115. Матвиенко А. А., Дубров В. И. Отчет по геологической съемке и поискам м-ба 1 : 50 000, проведенным Правобыстринской партией в бассейнах рек Половинки, Правой Быстрой, Среднего Ручья в 1977—1979 гг. Листы N-57-101-А, Б, В, Г; 113-А (в 4-х томах). 1979.
116. Мишин В. В. Отчет о результатах геофизических исследований на Петропавловск-Шипунском прогнозическом полигоне и региональном геофизическом профиле гора Опала—р. Вахиль, проведенных Камчатской комплексной геофизической партией региональных исследований в 1989—1994 гг. 1994.
117. Маргулис В. П. Отчет о результатах по теме «Комплексные геолого-экологические исследования в Камчатской области за 1989—1992 гг.». 1992.
118. Наумов Ю. А. Условия формирования прибрежно-морских россыпей Юго-Западной Камчатки. Диссертация на соискание ученой степени канд. геол.-минер. наук. 1983.
119. Охупкин В. Г. Отчет о результатах разведочных работ на участке Дачный Мутновского месторождения парогидротерм, проведенных в 1981—1983 гг.

- с подсчетом эксплуатационных запасов теплоносителя по состоянию на 1.10.1983 г. 1983.
120. Пашенко Л. Г. Отчет о результатах детальной разведки Северного, Нижнего и Среднего участков Паратунского месторождения термальных вод, проведенной Паратунской геологоразведочной партией в 1967—1968 гг. для целей теплофикации (с подсчетом запасов по состоянию на 25 ноября 1968 г.). 1968.
121. Первеев С. П. Отчет о результатах детальных поисковых работ на Мутновском месторождении парогидротерм с оценкой запасов теплоносителя по категории С₁ и С₂ на электрическую мощность 200 МВт (1978—1992 гг.). 1992.
122. Петренко И. Д. Отчет о результатах опытно-методических работ по разработке объемных геолого-геохимических и геофизических моделей основных золото-серебряных месторождений Камчатки в 1987—1991 гг. 1991.
123. Петров М. А. Отчет о результатах специализированных гидрогеологических работ по оценке перспектив Камчатской области на минеральные воды (1987—1991 гг.).
124. Петров М. А. Отчет о результатах специализированных работ по изучению бальнеологических ресурсов и режима минеральных вод бассейна р. Налычева. 1995.
125. Плотников В. Б. Отчет о результатах детальных поисков и поисково-оценочных работ на перлитовое сырье для производства искусственных легких заполнителей бетонов, проведенных в 1979 г. на Паратунском месторождении перлита. 1980.
126. Погодаев В. М. Оценка прогнозных ресурсов золота россыпных месторождений Камчатской области по состоянию на 1.01.1993 г. 1993.
127. Попов В. Н. Отчет о результатах поисково-оценочных работ в пределах перспективного участка Мутновского месторождения игнимбитов, проведенных в 1987—1989 гг. 1989.
128. Попова В. Ф., Лапин С. А. Отчет о результатах гравиметрической съемки м-ба 1 : 200 000, проведенной Ново-Корякским отрядом специализированной гравиметрической партии № 17 в пределах листов N-57-XX, XXI в зимний период 1979—1980 гг. 1981.
129. Протокол заседания территориальной комиссии по запасам твердых полезных ископаемых от 21 июля 1992 г. № 94. Месторождение титаномагнетитовых песков Халактырского. 1992.
130. Радченко В. В. Отчет о результатах детальной разведки Козельского месторождения вулканического шлака и Халактырского месторождения строительного песка с подсчетом запасов вулканического шлака по состоянию на 1.01.1971 г. и строительного песка на 1.08.1969 г. 1971.
131. Репех Н. А. Отчет о результатах предварительной разведки восточного участка Быстринского месторождения пресных вод, проведенной в 1987—1991 гг. (с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 1.08.1991 г.). 1991.
132. Ривош Л. А. Отчет по работам Камчатской аэромагнитной партии за 1958 г. 1959.
133. Самылов Н. И. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на северном фланге жилой зоны Определяющая, проведенных в 1978—1981 гг. (Мутновская поисковая партия). 1981.
134. Самылов Н. И., Петренко И. Д. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на жилах № 42 и 43 Родникового участка в 1983—1985 гг. 1985.
135. Сиверцева И. А., Смирнова А. Н. Спорово-пыльцевые комплексы метаморфизованных отложений Камчатки (отчет по работам 1969—1970 гг.). Отчет о работах по договору № 222 с Геологосъемочной экспедицией КТГУ. 1971.
136. Синицкий В. Я. Отчет о результатах детальной разведки II, III, IV участков Паратунского месторождения вулканического шлака с подсчетом запасов по состоянию на 1.07.1988 г. 1988.
137. Синицкий В. Я. Отчет о результатах поисковых работ на легкие заполнители бетонов (вулканические шлаки) на склонах Авачинско-Козельской группы вулканов, проведенных в 1989—1991 гг. 1991.
138. Сляднев Б. И., Соколов В. А., Ерешко Э. М. Опыт-методические работы по составлению геодинамической карты Южной Камчатки м-ба 1 : 500 000. Отчет по объекту 15-90-2/11 за 1990—1995 гг. 1995.
139. Смирнова Н. Ф. и др. Сводный отчет о результатах поисково-разведочных работ на Верхнепаратунском месторождении термальных вод, проведенных в 1966—1980 гг. с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 17 мая 1980 г. 1980.
140. Степанов Н. И. и др. Оценка состояния загрязнения акватории Авачинской губы и территории г. Петропавловск-Камчатский, поселков Приморский и Рыбачий токсичными элементами и радионуклидами. Окончательный отчет по теме № 169. Фонды «Госкомприроды», 1993.
141. Федореев В. Н., Бархатов Ю. В., Кочкин Н. Н. Отчет о результатах групповой геологической съемки и поисках м-ба 1 : 50 000, проведенных Ходуткинской партией в 1978—1982 гг. в бассейнах рек Инканюш, Вестник, Ходутка, Правая Асача. Листы N-57-136-B, Г; N-57-137-B, Г; M-57-4-B, Г; M-57-5-A, B, В; M-57-15-A, B, В, Г; M-57-16-A, B, В (в 3-х томах). 1982.
142. Фролов Ю. Ф., Поздеев А. И. Карта полезных ископаемых Камчатской области м-ба 1 : 50 000. Список месторождений и проявлений полезных ископаемых. 1991.
143. Харченко Ю. И. Отчет о геологической съемке м-ба 1 : 50 000, проведенной Китхойской партией летом 1964 г. в бассейнах рек Лево́й Авачи, Китхоя, Вершинской и Пиначевской. 1965.
144. Химченко Э. А. Отчет о геологическом доизучении (600 км²) и групповой геологической съемке (1310 км²) м-ба 1 : 50 000 в пределах листов N-57-77-A-6, Г; N-57-77-B, Г; N-57-77-B-6, Г; N-57-89-B; N-57-90-A; N-57-90-B-a, в; N-57-90-B-a, б; N-57-90-Г-a. Пиначевская партия. Работы 1979—1984 гг. 1984.
145. Чумак Б. П. Отчет о результатах детальных поисковых работ на площади Мутновского рудного поля (Мутновская партия, 1976—1978 гг.). 1978.
146. Шарга А. Р. Отчет о геологоразведочных работах на россыпном месторождении золота ручья Каменистого в Елизовском районе Камчатской области за 1963—1965 гг. (с подсчетом запасов на 1.01.1966 г.). 1966.
147. Шеймович В. С., Патока М. Г. Отчет по теме «Методика картирования и картографирования золотоносных вулканических комплексов Камчатки». 1979.
148. Шеймович В. С., Рундквист И. К., Сидоров М. Д. Отчет о геологическом доизучении ранее заснятых площадей и подготовке к изданию комплекта Государственной геологической карты м-ба 1 : 200 000 листов N-57-XXI, XXVII, XXXIII (изд. 2-е), проведенном в 1989—1996 гг. 1996.

СПИСОК
месторождений полезных ископаемых, показанных на карте
полезных ископаемых листов N-57-XXI, N-57-XXVII, N-57-XXXIII
Государственной геологической карты РФ масштаба 1 : 200 000

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К — коренное, Р — россыпное)	Ссылка на литературу	Примечание (состояние эксплуатации)
Твердые горючие ископаемые					
Торф					
<i>Лист N-57-XXVII</i>					
V-2	4	Дальнее		142	Эксплуатируется
V-2	7	Мутное-I		142	»
VI-2	4	Николаевская Тундра		142	»
VI-3	2	Малое		142	»
VI-3	3	Быстрая Речка		142	»
VI-3	4	Фировая Тундра		142	»
VI-3	5	Цибэрово		142	»
VI-4	2	Совхозное		142	»
VII-2	1	Паратунская Тундра		142	»
Металлические полезные ископаемые					
Железо					
<i>Лист N-57-XXVII</i>					
VI-4	3	Халактырское	Р	29, 102	Законсервировано
Золото, серебро					
<i>Лист N-57-XXI</i>					
III-2	3	Удачное	Р	66, 144	Отработано
IV-1	3	Каменистое	Р	66,73	»
IV-1	4	Руч. Сумный	Р	73	Проведены поисковые работы
<i>Лист N-57-XXXIII</i>					
IX-1	2	Родниковое	К	99, 109	Законсервировано
IX-2	8	Мутновское	К	122, 133, 145	Проведены поисково-оценочные работы

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К — коренное, Р — россыпное)	Ссылка на литературу	Примечание (состояние эксплуатации)
Строительные материалы					
Кислые интрузивные породы					
<i>Лист N-57-XXXIII</i>					
X-2	7	Ахотенское		111	Проведены поисковые работы
Средние интрузивные породы					
<i>Лист N-57-XXI</i>					
IV-1	2	Каменистое		142	Законсервировано
<i>Лист N-57-XXVII</i>					
V-2	6	Половинка-I		142	Законсервировано
VII-1	11	Карымшинское		142	»
Кислые и средние эффузивные породы					
<i>Лист N-57-XXVII</i>					
VI-3	7	Гора Мишенная		5	Законсервировано
VII-3	1	Узовское		5	»
Основные эффузивные породы					
VI-3	8	Петровское		142	Эксплуатируется
VII-2	5	Казакское		5	Законсервировано
VII-2	9	Приморское		142	Эксплуатируется
Перлиты					
<i>Лист N-57-XXI</i>					
III-3	6 2	Гора Купол		6, 7	Проведены поисковые работы
IV-3					
<i>Лист N-57-XXVII</i>					
VII-1	10	Начикинское		81	Проведены поисково-оценочные работы
VII-1	13	Паратунское		104	Законсервировано

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К — коренное, Р — россыпное)	Ссылка на литературу	Примечание (состояние эксплуатации)
Туфы <i>Лист N-57-XXVII</i>					
VI-3	6	Крутобереговское		142	Эксплуатируется
<i>Лист N-57-XXXIII</i>					
IX-1	9	Мутновское		127	Законсервировано
Глины кирпичные <i>Лист N-57-XXVII</i>					
VII-1	7	Паратунское		142	Законсервировано
VII-2	3	Крыловское		41, 142	»
Песчано-гравийный материал <i>Лист N-57-XXVII</i>					
V-4	2	Авачинское		80	Законсервировано
VI-2	3	Николаевка-I		142	»
VI-2	5	Николаевка-II		142	Эксплуатируется
VII-1	2	Быстринское		142	Законсервировано
VII-1	5	Озеро Ближнее		142	»
Вулканические шлаки					
V-4	3	Козельское		142	Отработано
VII-2	8	Гора Шлаковая		41, 142	Эксплуатируется
VIII-2	2	Паратунское		125, 142	Разведано
Песок строительный <i>Лист N-57-XXI</i>					
IV-2	1	Пиначевское		41, 142	Законсервировано
<i>Лист N-57-XXVII</i>					
VI-2	2	Сопка Лысяя		142	Эксплуатируется
VII-3	2	Малая Лагерная		41, 142	»
VII-4	1	Халактырское		75, 130	»

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К — коренное, Р — россыпное)	Ссылка на литературу	Примечание (состояние эксплуатации)
VIII-3	2	Озеро Большой Вилюй		142	Законсервировано
Подземные воды Термоминеральные лечебные воды <i>Лист N-57-XXI</i>					
III-4	8	Нальчевское		124	Законсервировано
<i>Лист N-57-XXVII</i>					
V-2	1	Кеткинское		91	Законсервировано
Термоминеральные (теплоэнергетические) воды <i>Лист N-57-XXVII</i>					
VII-1	4	Паратунское		120	Эксплуатируется
VII-1	12	Верхнепаратунское		139	Законсервировано
<i>Лист N-57-XXXIII</i>					
IX-1	10	Мутновское		119, 121	Законсервировано
Питьевые пресные воды <i>Лист N-57-XXVII</i>					
V-2	5	Елизовское		71, 113	Эксплуатируется
VI-3	1	Быстринское		131	Законсервировано

СПИСОК

проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых, шлиховых ореолов (ШО), первичных геохимических ореолов (ПГХО), вторичных геохимических ореолов (ВГХО), показанных на карте полезных ископаемых листов N-57-XXI, N-57-XXII, N-57-XXVII, N-57-XXXIII Государственной геологической карты РФ масштаба 1 : 200 000

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола	Ссылка на литературу	Тип объекта, краткая характеристика
V-2	2	Приток р. Пиначева	142	П. В скважине
II-2	8	Река Тиманова	144	ВГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации марганца
II-1	6	Река Средняя Авача	144	ВГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации хрома
II-2	6	Река Левая Авача	144	»
III-4	3	Река Чайвая	144	»
I-1	5	Река Тимоновская	144	ПГХО. Повышенные (2) концентрации меди
I-1	4	Река Глубокая	144	ВГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации меди и свинца
II-1	3	Река Туамок	73	ВГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации меди
II-1	5	Река Средняя Авача	144	ШО. Единичные знаки халькопирита
II-2	3	Междуречье Средней и Левой Авачи	144	ПГХО. Повышенные (1) концентрации меди и хрома
II-2	4	Междуречье Средней и Левой Авачи	144	ВГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации меди
II-4	1	Руч. Телый	106	»
III-2	4	Река Китхой	144	ПГХО. Повышенные (1) концентрации меди, цинка, марганца
V-1	6	Река Половинка	115	ПГХО. Повышенные (1) концентрации меди
VI-1	3	Река Правая Быстрая	115	П. Линзовидное тело халькозиновых руд
VIII-2	1	Река Малая Саранная	106	ВГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации меди
VIII-2	6	Река Вилоча	51	П. Кварцевые жилы с пиритом, халькопиритом, медью
IX-2	2	Река Жировая	68	ПГХО. Повышенные (1) концентрации меди и молибдена
IX-2	10	Междуречье Фальшивой и руч. Песчаный	68	ПГХО. Повышенные концентрации меди (2), серебра (2) и золота (1)
X-2	5	Бухта Ахонтен	68	ПГХО. Повышенные (2) концентрации меди

Горючие ископаемые

Газ горючий
Лист N-57-XXXVII

Металлические ископаемые

Марганец
Лист N-57-XXI

Медь

Лист N-57-XXI

Лист N-57-XXXIII

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, оросла	Ссылка на литературу	Тип объекта, краткая характеристика
X-2 X-2	9 10	Реки Удаляя—Тарбаганья Река Шишунья	68 68	ПГХО. Повышенные (2) концентрации меди, висмута, золота ПГХО. Повышенные (2) концентрации меди и висмута
II-1	7	Междуречье Средней и Ле- вой Авачи	144	ПГХО. Повышенные (2) концентрации свинца
II-2	5	Междуречье Средней и Ле- вой Авачи	144	»
III-3	1	Река Вершинская	144	»
VIII-2	4	Река Вилюча	106	ПГХО. В донных отложениях повышенные (3) концентрации свинца и цинка
VIII-3	3	Бухта Саранная, южный бе- рег	106	ПГХО. В донных отложениях повышенные концентрации свинца (3), золота (2), серебра (2)
III-2 III-3 IV-3	1 4 7	Река Левая Авача Река Китхой Междуречье Пиначевская— Дремучая	144 144 73	ПГХО. Повышенные (1) концентрации цинка и хрома ПГХО. Повышенные (2) концентрации цинка ПГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации цинка
VI-1	1	Верховья р. Половинка	115	ПГХО. Повышенные (2) концентрации цинка
VI-1 VI-1 VI-1	4 7 11	Река Правая Быстрая Река Правая Быстрая Ручьи Подгорный—Лесной	115 115 115	» » »
XII-2	3	Руч. Корневский	141	ПГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации никеля
II-1	4	Междуречье Средней и Ле- вой Авачи	144	ПГХО. Повышенные (2) содержания молибдена
IX-2 XII-1	1 5	Руч. Вайвайчик Руч. Пиратков	111 141	ШО. Единичные знаки молибдена ПГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации молибдена
XII-1	6	Река Быстрая	141	ПГХО. Повышенные (1) концентрации вольфрама
III-4 III-4 IV-3	6 12 3	Река Шайбная Река Горячая Река Горячая	144 144 144	ПГХО. Повышенные (3) концентрации мышьяка » ПГХО. Повышенные (1) концентрации мышьяка
VII-1	6	Руч. Васильевский	115	ПГХО. Повышенные (2) концентрации мышьяка

Свинец

Лист N-57-XXI

Лист N-57-XXVII

Цинк

Лист N-57-XXI

Лист N-57-XXVII

Никель

Лист N-57-XXXIII

Молибден

Лист N-57-XXI

Лист N-57-XXXIII

Мышьяк

Лист N-57-XXI

Лист N-57-XXVII

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола	Ссылка на литературу	Тип объекта, краткая характеристика
<i>Лист N-57-XXXIII</i>				
X-3	1	Мыс Пирамидный	68	ПГХО. Повышенные (2) концентрации мышьяка
<i>Р т у т ь</i>				
<i>Лист N-57-XXI</i>				
I-2	2	Реки Средняя и Левая Ава-ча—Китхой	144	ШО. Единичные знаки киновари
I-4	1	Руч. Теплый	6	»
<i>Лист N-57-XXXIII</i>				
IX-1	13	Река Фальшивая	111	ШО. До 10 знаков киновари
X-1	5	Река Мутная	111	ШО. От 7—10 до 140 знаков киновари
<i>Золото, серебро</i>				
<i>Лист N-57-XXI</i>				
I-1	1	В 3 км к северу от горы Скалистая	144	ПГХО. Повышенные (3) концентрации серебра
I-1	2	Скалистое	144	П. Кварц-карбонатные жилы с серебром, золотом и полиметаллами
I-1	3	В 4,2 км к юго-востоку от оз. Авачинское	144	П. Кварц-карбонатные, кварцевые, хлорит-кварцевые жилы с золотом и серебром
I-2	1	Река Кавыча	144	ШО. Единичные знаки золота
II-1	1	Река Тимоновская	144	»
II-2	1	Река Глубокая	144	»
<i>Лист N-57-XXVII</i>				
II-2	2	Междуречье Средней и Левой Авачи	144	ПГХО. Повышенные (2) концентрации серебра
II-2	7	Междуречье Средней и Левой Авачи	144	П. Монокварциты, содержащие золото и серебро
III-1	1	Реки Стеновая—Средняя Авача	73	ШО. Единичные знаки золота
III-2	2	Удачное	144	П. Гидротермально измененные породы, содержащие золото и серебро
III-3	2	Река Китхой	144	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота и серебра
III-4	1	Река Чайная	144	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота
III-4	2	Река Чайная	144	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота и серебра
IV-1	1	Реки Левая и Правая Вах-талка	73	ШО. Единичные знаки золота, по р. Левая Перевозная — 0,2 г/м ³
IV-3	1	Китхойское	144	П. Кварц-карбонатные жилы с золотом, серебром и полиметаллами
IV-3	6	Река Шумная	144	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота и серебра
<i>Лист N-57-XXVII</i>				
V-1	1	Река Гаванка	115	ШО. Единичные знаки золота
V-1	2	Река Тополовая	115	»
V-1	3	Река Тополовая	115	ПГХО. Повышенные (2) концентрации золота
V-1	4	Междуречье Тополовая—Гаванка	115	»
V-1	5	Тополек	90, 115	П. Жильно-прожилковая зона с золотом и серебром
VI-1	2	Междуречье Правая Быстрая—Половинка	115	ПГХО. Повышенные (2) концентрации золота, серебра, меди
VI-1	5	Река Правая Быстрая	115	ПГХО. Повышенные (1) концентрации серебра
VI-1	6	Медное	115	П. Кварцевые жилы с золотом, серебром и полиметаллами
VI-1	8	Река Правая Быстрая	115	ПГХО. Повышенные (2) концентрации золота
VI-1	9	Река Средний Ручей	115	ВГХО. В донных отложениях повышенные (2) концентрации серебра

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола	Ссылка на литературу	Тип объекта, краткая характеристика
VI-1	10	Междуречье Правая Быстрая—Средний Ручей	115	ПГХО. Повышенные (2) концентрации золота
VI-1	12	Руч. Лесной	115	»
VI-1	13	Река Средний Ручей	115	»
VI-1	14	Река Средний Ручей	115	ПГХО. Повышенные (2) концентрации золота и серебра
VI-2	1	Река Половинка	115	ВГХО. В донных отложениях повышенные (2) концентрации золота
VII-1	1	Нижнес	90, 115	П. Гидротермально измененные породы, кварцевые и кварц-карбонатные жилы с золотом и серебром
VII-1	3	Хр. Быстринский	115	ПГХО. Повышенные (2) концентрации золота и серебра
VII-1	8	Руч. Начикинский	115	»
VIII-1	4	Среднекарымшинское	110	П. Кварцевые и кварц-карбонатные жилы с золотом и серебром
VIII-1	5	Хр. Карымшина	110	ПГХО. Повышенные (2) концентрации золота
VIII-1	9	Паратунское	111	П. Кварцевые и кварц-карбонатные жилы с золотом и серебром
VIII-1	10	Река Паратунка	68	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота и серебра
VIII-1	12	Река Паратунка	68	ПГХО. Повышенные (3) концентрации золота и серебра
VIII-1	13	Вилочинское	65, 109	П. Жилые зоны с золото-серебряным орудуением
VIII-2	3	Озеро Зеленое	106	ВГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации золота и серебра
VIII-2	5	Верховья рек Средний Вайвай и Вайвайчик	106	ВГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации серебра

Лист N-57-XXXIII

IX-1	1	Рогатка	65	П. Жилые зоны с золото-серебряным орудуением
IX-1	5	Быстринское	65	»
IX-1	6	Река Вилоча	68	ПГХО. Повышенные концентрации золота (2), серебра (2) и свинца (3)
IX-1	7	Река Вилоча	68	ПГХО. Повышенные концентрации серебра (3) и золота (2)
IX-1	12	Верховье р. Фальшивая	111	ВГХО. В донных отложениях повышенные (1) концентрации золота
IX-2	3	Река Жировая	68	ПГХО. Повышенные (1) концентрации серебра
IX-2	6	Река Мутновская	68	ПГХО. Повышенные концентрации серебра (3), золота (2), свинца (2)
IX-2	9	Бухта Песчаная	68	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота
X-2	1	Река Фальшивая	68	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота и серебра
X-2	2	Река Фальшивая	68	ПГХО. Повышенные (2) концентрации золота
X-2	3	Река Фальшивая	68	»
X-2	4	Река Ахомтен	68	ПГХО. Повышенные концентрации серебра (3), висмута (3), золота (2)
X-2	6	Река Ахомтен	68	ПГХО. Повышенные (3) концентрации золота, серебра и висмута
X-2	8	Озеро Тихое	68	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота
XI-1	1	Река Вичаевская	68	»
XI-1	2	Река Мутная	68	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота и серебра
XI-1	3	Река Асача	68	ПГХО. Повышенные концентрации золота (2), серебра (1)
XI-2	1	Река Листвициная	68	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота и серебра
XI-2	2	Река Мутная	68	»
XI-2	3	Бухта Мутная	68	ПГХО. Повышенные (1) концентрации серебра
XI-1	1	Река Правая Асача	141	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота
XI-1	2	Гора Юшинская	141	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота и серебра
XI-1	3	В 2 км южнее горы Юшинская	141	ШО. Единичные знаки золота
XII-1	4	Междуречье р. Быстрая—руч. Пиратков	141	ПГХО. Повышенные (1) концентрации серебра и золота
XII-2	1	Бухта Асача	141	ПГХО. Повышенные (1) концентрации золота

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола	Ссылка на литературу	Тип объекта, краткая характеристика
Неметаллические ископаемые				
Сера				
<i>Лист N-57-XXXIII</i>				
X-1	4	Вулкан Мутновский	111	П. Краатерно-озерные сероносные отложения
Алмазы				
<i>Лист N-57-XXVII</i>				
V-4	1	Вулкан Авачинский	32	ПМ. Глыбы пироксеновых базальтов с карбонадо
Гипс				
<i>Лист N-57-XXXIII</i>				
XII-2	2	Бухта Асача	141	П. Гидротермально измененные породы с прожилками гипса
Подземные воды				
Термоминеральные лечебные воды				
<i>Лист N-57-XXI</i>				
II-1	2	Тимоновские	76, 89	Естественные выходы
III-3	3, 5	Китхойские	76, 89	»
III-4	4	Краеведческие	89, 124	»
III-4	5	Таловские	89, 124	»
III-4	7	Шайбные	89, 124	Естественные выходы
III-4	9	Желтореченские	89, 124	»
III-4	10	Горячереченские	89, 124	»
III-4	11	Нальчевские	89, 124	»
IV-3	4	Аагские	89, 124	»
<i>Лист N-57-XXVII</i>				
V-2	2	Пиначевские	91	Естественные выходы
V-2	3	Река Железная	142	В скважине
VI-4	1	Подножие вулкана Козельский	142	»
<i>Лист N-57-XXXIII</i>				
XI-1	4	Асачинские	76	Естественные выходы
Холодные минеральные лечебные воды				
<i>Лист N-57-XXI</i>				
IV-3	4	Аагские	89, 124	Естественные выходы
IV-3	5	Чистинские	89, 124	»
IV-3	8	Корякские нарзаны	89, 124	»
IV-4	1	Шумновские	89, 124	»
Термоминеральные (теплоэнергетические) воды				
<i>Лист N-57-XXVII</i>				
VI-1	15	Река Микижа	100	В скважине
VI-2	6	Северные	120	Естественные выходы
VII-1	9	Среднепаратунские	120	»
VII-2	2	Ягодные (Тарьинские)	76, 114	»
VII-2	4	Нижнепаратунские	120	»
VII-2	6	Озеро Ближнее	101	В скважине
VII-2	7	Турпанские	76, 114	Естественные выходы
VII-3	3	Бухта Ягодная	79	В скважине
VIII-1	1	Верхнепаратунские	139	Естественные выходы

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола	Ссылка на литературу	Тип объекта, краткая характеристика
VIII-1	2	Карымшинские	76, 114	Естественные выходы
VIII-1	3	Верхнекарымшинские	76, 114	»
VIII-1	6	Поперечные	76, 114	»
VIII-1	7	Сивкины	76, 114	»
VIII-1	8	Овражки	76, 114	»
VIII-1	11	Южные	76, 114	»
VIII-3	1	Виллоийские (Лиманские)	76	»
Лист N-57-XXXIII				
IX-1	3, 4	Виллоичинские	76	Естественные выходы
IX-1	8	Верхнежировские	76, 87, 119	»
IX-1	11	Дачные	119, 121	»
IX-1	14	Северо-Мутновские (Западные)	76, 87, 119	»
IX-2	4, 5	Нижнежировские	76, 87, 119	»
IX-2	7	Воиновские	76, 87, 119	»
X-1	1	Северо-Мутновские (Восточные)	76, 87, 119	»
X-1	2	Западно-Мутновские	76, 87, 119	»
X-1	3	Северный кратер. Активная воронка	76, 87, 119	»

СПИСОК
петротипов, опорных обнажений, буровых скважин,
показанных на геологической карте

Номер на карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
1	Опорное обнажение (разрез отложений шапинской свиты, охарактеризованный комплексами листовой флоры, спор и пыльцы, диатомовых водорослей $N_2s\check{c}$)	148, обн. 815
2	Опорное обнажение (интрузивный контакт верхнемеловых отложений и субвулканических тел тимоновского вулканического комплекса K_2tl/N_2tm)	144, обн. 1604
3	Опорное обнажение (строение питающей системы вулкана Бакенинг αQ_{IVbk})	147, обн. 3
4	Опорное обнажение (контакт игнимбритов семячического и базальтовых покровов киркинайского вулканических комплексов Q_{IIIsm}/N_2kr)	148, обн. 26
5	Опорное обнажение (разрез кальдерных отложений тимоновского вулканического комплекса N_2tm)	144, обн. 1650
6	Скважина, 609 м, вскрывает отложения китхойского вулканического комплекса N_2kt	100, скв. К-1
7	Опорное обнажение (разрез вулканогенно-терригенных фаций китхойского комплекса, охарактеризованный комплексами листовой флоры, спор и пыльцы N_2kt)	144, 148, обн. 53
8	Скважина, 206 м, вскрывает отложения китхойского вулканического комплекса N_2kt	100, скв. 2
9	Опорное обнажение (разрез субвулканической интрузии китхойского вулканического комплекса $\alpha-\delta N_2kt$)	144, 148, обн. 66
10	Скважина, 76 м, вскрывает отложения китхойского вулканического комплекса N_2kt	100, скв. 1
11	Скважина, 500 м; »	100, скв. К-2
12	Скважина, 1505 м, вскрывает отложения асачинской свиты N_1as	100, скв. К-7
13	Скважина, 1513 м, вскрывает габбро, диориты южнобыстринского гипабиссального комплекса $\delta-\nu N_1jub$	100, скв. К-6
14	Скважина, 1295 м, вскрывает отложения нижней толщи никольской толщи K_2nk_1	100, скв. К-2

Номер на карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
15	Скважина, 2322 м, вскрывает отложения нижней подтолщи никольской толщи K_2nk_1	100, скв. К-01
16	Скважина, 1261 м; »	100, скв. ГК-1
17	Скважина, 502 м, вскрывает отложения ранней фазы корякского вулканического комплекса $Q_{III}^{3-4}kr$	100, скв. 3—5
18	Скважина, 3003 м, вскрывает отложения нижней подтолщи никольской толщи K_2nk_1	100, скв. 1
19	Скважина, 80 м; »	100
20	Скважина, 80 м; »	100, скв. 2564
21	Скважина, 1529 м; »	100, скв. К-8
22	Опорное обнажение (разрез соммы вулкана Авача, ранняя фаза авачинского вулканического комплекса $Q_{III}^{3-4}av$)	148, обн. 126
23	Скважина, 80 м, вскрывает отложения верхней подтолщи никольской толщи K_2nk_2	100, скв. 1
24	Скважина, 601 м, вскрывает отложения южнобыстринского вулканического комплекса N_1jub	100, скв. 1
25	Скважина, 458 м, вскрывает отложения ранней фазы авачинского вулканического комплекса $Q_{III}^{3-4}av$	100, скв. 2
26	Скважина, 873 м, вскрывает отложения нижней подтолщи никольской толщи K_2nk_1	100, скв. ГК-2а
27	Скважина, 100 м, вскрывает отложения поздней фазы завойковского вулканического комплекса N_1zv_2	100
28	Скважина, 757 м, вскрывает отложения нижней подтолщи никольской толщи K_2nk_1	100, скв. ГК-2
29	Скважина, 1503 м; »	100, скв. Р-3
30	Скважина, 600 м, вскрывает отложения южнобыстринского вулканического комплекса N_1jub	100, скв. 10
31	Опорное обнажение (контакт покровных фаций южнобыстринского вулканического комплекса и беляевской толщи N_1jub/N_1bd)	112, обн. 2166
32	Скважина, 1120 м, вскрывает отложения нижней подтолщи никольской толщи K_2nk_1	100, скв. ГК-1
33	Скважина, 1500 м, вскрывает отложения вичаевской серии P_3-N_1vc	100, скв. Р-2
34	Скважина, 200 м, вскрывает отложения верхней подтолщи никольской толщи K_2nk_2	100, скв. К-3193
35	Скважина, 576 м, вскрывает отложения нижней подтолщи никольской толщи K_2nk_1	100, скв. 6
36	Скважина, 100 м; »	100
37	Скважина, 2542 м; »	95, скв. Г-1

Номер на карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
38	Опорное обнажение (контакт нижней и верхней подтолщ никольской толщи K_2nk_1/K_2nk_2)	5, обн. 2801
39	Скважина, 371 м, вскрывает отложения нижней подтолщи никольской толщи K_2nk_1	100, скв. 7
40	Опорное обнажение (разрез верхней подтолщи никольской толщи K_2nk_2)	5, обн. 1930
41	Скважина, 2540 м, вскрывает отложения поздней фазы завойковского вулканического комплекса N_1zv_2	100, скв. 101
42	Опорное обнажение (разрез васильевской толщи P_2vs)	148, обн. 252
43	Скважина, 710 м, вскрывает отложения асачинской свиты N_1as	100, скв. 61
44	Скважина, 2525 м, вскрывает отложения поздней фазы завойковского вулканического комплекса N_1zv_2	100, скв. 102
45	Опорное обнажение (разрез отложений жировской толщи P_3zr)	148, обн. 237
46	Скважина, 150 м, вскрывает верхнемеловые базальты βK_2	100, скв. 208
47	Скважина, 1438 м, вскрывает отложения поздней фазы завойковского вулканического комплекса N_1zv_2	100, скв. ГК-13
48	Скважина, 173 м; »	100, скв. 173
49	Скважина, 140 м; »	100, скв. 173
50	Скважина, 1504 м, вскрывает отложения южнобыстринского вулканического комплекса N_1jub	100, скв. ГК-4
51	Скважина, 270 м, вскрывает базальты крашенинниковского вулканического комплекса $N_2kr\check{s}$	100, скв. 368
52	Скважина, 1347 м, вскрывает отложения южнобыстринского вулканического комплекса N_1jub	100, скв. ГК-1
53	Скважина, 1244 м; »	100, скв. ГК-6
54	Опорное обнажение (разрез покровной фации завойковского вулканического комплекса, контакт даек и силлов вулканического комплекса и покровной фации $\alpha N_1zv_2/N_1zv_2$)	148, обн. 118
55	Скважина, 150 м, вскрывает отложения поздней фазы завойковского вулканического комплекса N_1zv_2	100
56	Опорное обнажение (контакт покровных фаций поздней фазы завойковского и крашенинниковского вулканических комплексов $N_1zv_2/N_2kr\check{s}$)	148, обн. 159

Номер на карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
57	Скважина, 181 м, вскрывает отложения поздней фазы завойковского вулканического комплекса N_1zv_2	100, скв. 202
58	Скважина, 1405 м, вскрывает диорит-порфириды поздней фазы завойковского вулканического комплекса $\alpha-\delta\pi N_1zv_2$	100, скв. ГК-28
59	Скважина, 1504 м, вскрывает отложения мутновской толщи P_3-N_1mt	100, скв. ГК-20
60	Опорное обнажение (разрез отложений пресновской толщи P_2pr)	148, обн. 166
61	Опорное обнажение (контакт пресновской толщи и субвулканических тел завойковского вулканического комплекса $P_2pr/\zeta N_1zv_1$)	148, обн. 167
62	Скважина, 708 м, вскрывает отложения мутновской толщи P_3-N_1mt	100, скв. 47
63	Опорное обнажение (разрез субвулканических тел туффизитов поздней фазы карымшинского вулканического комплекса λQ_{EK})	148, обн. 235
64	Петротип (субвулканическая интрузия туффизитов (игнимбритов) λQ_{EK})	148
65	Скважина, 815 м, вскрывает отложения мутновской толщи P_3-N_1mt	100, скв. 88
66	Скважина, 1209 м; »	100, скв. 15
67	Опорное обнажение (контакт покровов зеленковского вулканического комплекса и асачинской свиты N_2zl/N_1as)	148, обн. 192
68	Скважина, 1503 м, вскрывает отложения мутновской толщи P_3-N_1mt	100, скв. ГК-30
69	Опорное обнажение (контакт субвулканических тел и туфов с отпечатками листьев карымшинского вулканического комплекса $\lambda E_K/N_2k$)	148, обн. 1767
70	Скважина, 1498 м, вскрывает отложения мутновской толщи P_3-N_1mt	100, скв. ГК-16
71	Скважина, 1494 м, вскрывает отложения поздней фазы завойковского вулканического комплекса N_1zv_2	100, скв. ГК-36
72	Скважина, 1304 м, вскрывает отложения ранней фазы карымшинского вулканического комплекса N_2k	100, скв. ГК-38
73	Опорное обнажение (контакт пресновской толщи и субвулканического тела поздней фазы завойковского вулканического комплекса $P_2pr/\alpha N_1zv_2$)	148, обн. 119

Номер на карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
74	Опорное обнажение (разрез субвулканического тела карымшинского вулканического комплекса $q\mu N_2k$)	148, обн. 354
75	Опорное обнажение (интрузивный контакт кварцевых монцодиоритов карымшинского вулканического комплекса и диорит-порфиритов поздней фазы завойковского вулканического комплекса $q\mu N_2k/\delta\pi N_1zv_2$)	148, обн. 340
76	Скважина, 269 м, вскрывает андезиты поздней фазы завойковского вулканического комплекса αN_1zv_2	100, скв. 34
77	Скважина, 294 м, вскрывает диориты поздней фазы завойковского вулканического комплекса $\delta\pi N_1zv_2$	100, скв. 27
78	Скважина, 1801 м, вскрывает диорит-порфириды поздней фазы завойковского вулканического комплекса $\delta\pi N_1zv_2$	100, скв. П-2
79	Скважина, 1394 м, вскрывает туфы кислого состава ранней фазы карымшинского вулканического комплекса N_2k	100, скв. П-1
80	Опорное обнажение (разрез игнимбритового покрова толмачевского вулканического комплекса $Q_{II}tl$)	51, обн. 119
81	Скважина, 600 м, вскрывает туфы кислого состава ранней фазы карымшинского вулканического комплекса N_2k	100, скв. 28
82	Опорное обнажение (контакт покровных фаций жировского и ахомтенского вулканических комплексов $E\dot{z}r/N_1ah_2$)	51, обн. 589
83	Скважина, 1200 м, вскрывает риолиты ранней фазы карымшинского вулканического комплекса λN_2k	100
84	Скважина, 966 м, вскрывает отложения мутновской толщи P_3-N_1mt	100, скв. 30
85	Опорное обнажение (разрез мутновской толщи)	148, обн. 350
86	Скважина, 2070 м, вскрывает риолиты ранней фазы карымшинского вулканического комплекса λN_2k	100, скв. 013
87	Скважина, 1537 м, вскрывает отложения асачинской свиты N_1as	100, скв. 17
88	Скважина, 1200 м, вскрывает верхнеплейстоценовые риолиты $\lambda Q_{III}tl$	100, скв. 033
89	Петротипический массив (гипабиссальный ахомтенский комплекс: гранодиориты, граниты, аляскиты, аплиты $\gamma\delta N_1ah$)	51, 111
90	Опорное обнажение (контакт гранодиоритов ахомтенского гипабиссального комплекса и субвулканического тела ахомтенского вулканического комплекса $\gamma\delta N_1ah/\beta-\delta N_1ah_2$)	20, 111, обн. 1117

Номер на карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
91	Опорное обнажение (разрез игнимбритовой толщи ранней фазы ахотенского вулканического комплекса N_1ah_1)	148, обн. 284
92	Опорное обнажение (разрез асачинской свиты, контакт с субвулканическими телами ахотенского вулканического комплекса $N_1as/\alpha N_1ah_2$)	148, обн. 1515
93	Опорное обнажение (разрез субвулканического тела ахотенского вулканического комплекса и его контакт с игнимбритами ранней фазы ахотенского вулканического комплекса $\alpha-\delta\pi N_1ah_2/N_1ah_1$)	148, обн. 2669
94	Опорное обнажение (разрез субвулканического тела сложного состава $\alpha-\delta\pi, \delta N_1ah_2$)	148, обн. 330
95	Опорное обнажение (разрез покровной фации юшинского вулканического комплекса $N_1ju\delta$)	148, обн. 1572
96	Опорное обнажение (разрез субвулканической интрузии сложного состава $\delta\pi-\delta N_1ju\delta$)	148, обн. 311

СПИСОК
пунктов, для которых имеются определения возраста пород

Номер на карте	Наименование геологического подразделения	Метод определения	Возраст, млн лет	Номер источника по списку лит-ры, авторский номер пункта
1	Андезит тимоновского вулканического комплекса	Палеомагнитный	2,8	144, обн. 4072
2	Базальт киркинайского вулканического комплекса	»	3,1	148, обн. 1020
3	Андезит киркинайского вулканического комплекса	»	1,9	148, обн. 810
4	Базальт киркинайского вулканического комплекса	»	3,2	148, обн. 25
5	Диорит-порфирит гаванского вулканического комплекса	»	2,3	148, обн. 1023
6	Андезит гаванского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	2,3	148, обн. 821
7	»	»	3,1	148, обн. 34
8	Диорит тимоновского гипабиссального комплекса	»	4,5	148, обн. 96
9	»	»	4,5	148, обн. 93
10	Кварцевый диорит тимоновского гипабиссального комплекса	»	4,5	148, обн. 92
11	Андезит тимоновского вулканического комплекса	Палеомагнитный	4,4	73, обн. 1501
12	»	»	2,4	73, обн. 1502
13	Андезит вахталкинского вулканического комплекса	»	3,8	73, обн. 49
14	Андезит тимоновского вулканического комплекса	»	2,8	144, обн. 2102
15	»	»	2,8	144, обн. 2040
16	Андезит среднеавачинского вулканического комплекса	»	1,5	148, обн. 409
17	Андезибазальт гаванского вулканического комплекса	»	3,6	148, обн. 1019
18	Андезит гаванского вулканического комплекса	»	3,6	148, обн. 1030

Номер на карте	Наименование геологического подразделения	Метод определения	Возраст, млн лет	Номер источника по списку лит-ры, авторский номер пункта
19	Андезибазальт гаванского вулканического комплекса	Палеомагнитный	2,0	148, обн. 43
20	Андезит гаванского вулканического комплекса	»	2,3	148, обн. 39
21	Андезит тимоновского вулканического комплекса	»	2,0	148, обн. 404
22	»	Калий-аргоновый	5,0	148, обн. 6
23	»	Палеомагнитный	1,6	144, обн. 485
24	Андезит китхойского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	2,6	148, обн. 50
25	Базальт китхойского вулканического комплекса	Палеомагнитный	1,8	148, обн. 832
26	Андезит китхойского вулканического комплекса	»	1,6	144, обн. 387
27	»	»	2,8	144, обн. 427
28	Кварцевый диорит китхойского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	2,1	148, обн. 74
29	Андезит купольного вулканического комплекса	Палеомагнитный	0,7	144, обн. 330
30	Андезит китхойского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	3	148, обн. 847
31	»	Палеомагнитный	3,3	73, обн. 1290
32	Андезибазальт китхойского вулканического комплекса	»	1,9	73, обн. 359
33	Базальт китхойского вулканического комплекса	»	1,6	73, обн. 2384
34	Диорит китхойского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	2,5	148, обн. 67
35	Базальт пиначевского вулканического комплекса	Палеомагнитный	0,9	73, обн. 343
36	»	»	1,5	73, обн. 2374
37	Андезит авачинского вулканического комплекса	»	0,7	148, обн. 2105
38	Андезибазальт авачинского вулканического комплекса	»	0,7	148, обн. 1077

Номер на карте	Наименование геологического подразделения	Метод определения	Возраст, млн лет	Номер источника по списку лит-ры, авторский номер пункта
39	Погребенный почвенно-растительный чехол	Радиоуглеродный	0,029	39
40	»	»	0,033	39
41	Риодацит поздней фазы карымшинского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	0,8	148, обн. 230
42	Игнимбрит поздней фазы карымшинского вулканического комплекса	»	1,3	148, обн. 228
43	»	»	1,4	148, обн. 2019
44	Риолит поздней фазы карымшинского вулканического комплекса	»	0,7	148, обн. 2021
45	»	Палеомагнитный	1,3	148, обн. 2020
46	Риодацит поздней фазы карымшинского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	2,3	148, обн. 939
47	Андезибазальт крашенинниковского вулканического комплекса	»	3,4	148, обн. 131
48	Порфириовидный диорит поздней фазы завойковского вулканического комплекса	»	12,5	148, обн. 893
49	Андезибазальт крашенинниковского вулканического комплекса	»	3,4—5,8	148, обн. 155
50	»	Палеомагнитный	1,6	148, обн. 159
51	Андезит поздней фазы завойковского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	14,6	148, обн. 212
52	Базальт поздней фазы завойковского вулканического комплекса	»	13,8	148, обн. 1125
53	Диорит из верхнемелового субвулканического тела	»	32,3	148, обн. 1076
54	Андезит (дайка) поздней фазы завойковского вулканического комплекса	»	16,5	148, обн. 117

Номер на карте	Наименование геологического подразделения	Метод определения	Возраст, млн лет	Номер источника по списку лит-ры, авторский номер пункта
55	Риодацит поздней фазы карымшинского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	0,5	148, обн. 235
56	Кварцевый монцодиорит ранней фазы карымшинского вулканического комплекса	»	5,1	112, обн. 1312
57	Гранодиорит ранней фазы карымшинского вулканического комплекса	»	3,7	112, обн. 1325-2
58	Базальт зеленковского вулканического комплекса	»	6,5	148, обн. 198
59	Андезит зеленковского вулканического комплекса	»	4	148, обн. 1102
60	Диорит завойковского гипабиссального комплекса	»	11,7	148, обн. 202
61	»	»	14,6	148, обн. 248
62	Риодацит ранней фазы завойковского вулканического комплекса	»	10,8	148, обн. 160
63	»	»	9,6	148, обн. 162
64	Андезит поздней фазы завойковского вулканического комплекса	»	16,5	148, обн. 1330
65	Андезит поздней фазы завойковского вулканического комплекса	»	18,4	148, обн. 119
66	Гранит поздней фазы завойковского вулканического комплекса	»	8	112, обн. 1432
67	Гранодиорит поздней фазы завойковского вулканического комплекса	»	14,3	112, обн. 378
68	Андезибазальт поздней фазы завойковского вулканического комплекса	»	12,9	112, обн. 2415
69	Андезибазальт жировского вулканического комплекса	»	0,84	122, обн. 7
70	Диорит жировского вулканического комплекса	»	0,5	122, обн. 120

Номер на карте	Наименование геологического подразделения	Метод определения	Возраст, млн лет	Номер источника по списку лит-ры, авторский номер пункта
71	Базальт жировского вулканического комплекса	Палеомагнитный	1,6	122, обн. 252
72	Аплит ахотенского гипабиссального комплекса	Калий-аргоновый	11	14, обн. 27/89
73	Диорит поздней фазы ахотенского вулканического комплекса	»	16,1	14, обн. 17/84
74	Проведено 16 определений: 5 мономинеральных и 11 валовых проб из гранодиоритов, аляскитов и аплитов ахотенского гипабиссального комплекса, которые образуют изохрону 12,1 млн лет	Рубидий-стронциевый	12,1	14
75	Диорит-порфирит поздней фазы ахотенского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	17,9	148, обн. 1529
76	Игнимбриит ранней фазы ахотенского вулканического комплекса	»	16,7	148, обн. 282
77	»	»	19,7	148, обн. 266
78	Базальт поздней фазы ахотенского вулканического комплекса	»	20,5	148, обн. 1517
79	Диорит поздней фазы ахотенского вулканического комплекса	»	16,6	148, обн. 336
80	Андезит юшинского вулканического комплекса	»	16,1	148, обн. 2656
81	Базальт юшинского вулканического комплекса	»	20,9	148, обн. 315
82	Андезит юшинского вулканического комплекса	»	17,4	148, обн. 2646
83	Диорит юшинского вулканического комплекса	»	15,5	148, обн. 1175
84	»	»	19,3	148, обн. 1726
85	Диорит-порфирит юшинского вулканического комплекса	»	17,1	148, обн. 308
86	Диорит юшинского вулканического комплекса	»	23,2	148, обн. 313

Номер на карте	Наименование геологического подразделения	Метод определения	Возраст, млн лет	Номер источника по списку лит-ры, авторский номер пункта
87	Андезит юшинского вулканического комплекса	Калий-аргоновый	16,2	148, обн. 1548
88	Андезибазальт юшинского вулканического комплекса	»	15,6	148, обн. 1731
89	Диорит поздней фазы ахотенского вулканического комплекса	»	18	148, обн. 330

КАТАЛОГ
важнейших памятников природы
на листах N-57-XXI, N-57-XXVII, N-57-XXXIII

Номер на схеме	Вид памятника	Краткая характеристика
Лист N-57-XXI		
1	Вулканический	Шлаковый конус и лавовые потоки
2	Палеовулканический	Периклиналь базальтовых покровов
3	Опорное обнажение	Щапинская свита. Обнажение с отпечатками листьев
4	Палеовулканический	Экструзия риолитов
5	Вулканический	Шлаковый конус, лавовый поток
6	Ландшафтный	Политипные общегеологические, палеовулканические и гидрогеологические памятники
7	Вулканический	Потухший вулкан Бакенинг
8	Палеовулканический	Риодацитовая экструзия
9	Общегеологический	«Каменная» морена
10	Вулканический	Шлаковые конусы и лавовые потоки вулкана Заварицкого
11	Опорное обнажение	Залегание плейстоценовых игнимбритов на плиоценовых базальтах
12	Дайковые системы	Субвулканическая интрузия в теле вулкана
13	Интрузивный контакт	Плиоценовые дайки андезитов среди мезозойских алевролитов и песчаников
14	Палеовулканический	Эрозионная кальдера палеовулкана
15	»	Субвулканическое тело, дайковые пакеты
16	Гидрогеологический	Тепловские источники
17	Вулканический	Базальтовый купол горы Надскальная
18	»	Шлаковый конус
19	Геоморфологический	Водопад в истоках р. Тимоновская
20	Вулканический	Шлаковый конус и лавовый поток
21	Гидрогеологический	Тимоновские термальные источники
22	Геоморфологический	Водопад истока р. Тимоновская
23	Опорное обнажение	Апикальная часть субвулканического тела
24	Палеовулканический	Периклиналь базальтовых и андезитовых покровов
25	Ландшафтный	Политипные общегеологические, палеовулканические, гидрогеологические памятники
26	Вулканический	Шлаковый конус, лавовый поток

Номер на схеме	Вид памятника	Краткая характеристика
27	Палеовулканический	Субвулканическое тело, дайковые пакеты
28	»	Палеокальдера и разрез отложений, заполнивших котловину
29	Опорное обнажение	Шлаковый конус
30	Вулканический	Сфалеритовые жилы
31	Минералогический	Сквозная долина Вершинская—Дзездур
32	Геоморфологический	Политипные общегеологические, палеовулканические, вулканические памятники
33	Ландшафтный	Экструзия дацитов
34	Палеовулканический	Шлаковый конус
35	Вулканический	Шлаковый конус
36	»	Шлаковый конус
37	Палеовулканический	Субвулканическое тело, препарирующееся изпод потоков
38	»	Андезитовые бескорневые потоки и экструзии
39	Минералогический	Самородное золото из россыпи руч. Удачный
40	Вулканический	Вулкан Вершинский
41	»	Вулкан Жупановский хребет
42	Общегеологический	Обнажения ледниковых отложений разных стадий
43	Геоморфологический	Эффузивное плато
44	Палеовулканический	Эффузивные покровы и дайково-силловые тела
45	Геоморфологический	Водопад
46	Палеовулканический	Субвулканическое тело, пакеты даек
47	Ландшафтный	Бассейн р. Налычева. Политипные памятники
48	Геоморфологический	Каньон р. Авача. Чертов мост, Чертово ущелье
49	Палеовулканический	Субвулканическая интрузия, дайковые пакеты
50	Гидротермальный	Китхойские термальные источники
51	Минералогический	Галенитовые жилы Китхойского рудопроявления
52	Палеовулканический	Экструзия горы Купол
53	Гидрогеологический	Налычевские термальные источники
54	Палеовулканический	Покровы базальтов и дайковые системы Пиначевского хребта
55	»	Экструзивный хребет Ааг-Аарик
56	Минералогический	Самородное золото. Россыпь руч. Каменистый
57	Гидрогеологический	Источники нарзанов
58	Ландшафтный	Вулканические памятники
59	Палеовулканический	Экструзивное поле «Светлый ключ»
	»	Покровы андезитов и экструзии андезитов
Лист N-57-XXVII		
57	Ландшафтный	Вулканические памятники
58	Палеовулканический	Экструзивное поле «Светлый ключ»

Номер на схеме	Вид памятника	Краткая характеристика
60	Вулканический	Корякский вулкан
61	Гидрогеологический	Пиначевские источники
62	Минералогический	Фумарольная сера на вершине Авачинского вулкана
63	»	Акцессорные алмазы (карбонадо) в базальтах (авачитах)
64	Палеовулканический	Экструзии на склонах «пра-Авачи» (р. Мутная)
65	Вулканический	Уступ соммы Авачи
66	Опорный разрез	Разрез покровной фации авачинского комплекса
67	Вулканический	Авачинский вулкан
68	Геоморфологический	Ледник Недоступный
69	Вулканический	Козельский вулкан
70	Ландшафтный	Политипные памятники Авачинской губы и ее окрестностей
71	Геоморфологический	Равнина, созданная деятельностью рек и моря. «Лайда»
72	Палеовулканический	Экструзия, гора Мишенная
73	Опорное обнажение	Васильевская толща, разрез
74	Тектонический	Разрывы, ограничивающие блок васильевской толщи
75	Опорное обнажение	Верхняя подтолща никольской толщи, гора Никольская, разрез
	Тектонический	Складчатые структуры
76	Геоморфологический	Халактырский пляж
77	Гидрогеологический	Паратунские термальные источники
78	Тектонический и геоморфологический	Озера Ближнее и Дальнее — тектонические разрезы
79	Археологический	Место находок каменных орудий
80	Общегеологический	Обнажение с остатками ископаемых организмов, пос. Завойко
81	Гидрогеологический	Термальные Среднепаратунские источники
82	Ландшафтный	Политипные памятники долины р. Паратунка
83	Опорное обнажение	Залегание плиоценовых покровов базальтов на миоценовых туфопесчаниках
84	Общегеологический	Обнажения субвулканических тел
85	»	Разрез покровной фации вулканического комплекса, места сбора остатков организмов
86	Палеовулканический	Экструзия риолитов
87	»	Экструзия риолитов горы Бабий Камень
88	Вулканический	Шлаковый конус, руч. Левый Тополовый
89	»	Шлаковый конус, источник р. Большой Вилюй
90	Общегеологический	Контакт даек с покровными фациями завойковского вулканического комплекса

Номер на схеме	Вид памятника	Краткая характеристика
91	Общегеологический	Разрез субвулканического тела риолитовых игнимбритов
92	Вулканический	Шлаковые конусы р. Карымшина
93	Гидрогеологический	Карымшинские термальные источники
94	Палеовулканический	Экструзия риолитов горы Горячая
95	Гидрогеологический	Верхнепаратунские термальные источники
96	Вулканический	Шлаковый конус горы Бархатная
97	Палеовулканический	Экструзия риолитов горы Бархатная
98	Гидрогеологический	Термальные источники оз. Большой Виллюй
99	Общегеологический	Обнажения с остатками моллюсков, контакт пресновской толщи и субвулканических тел дацитов
100	»	Опорное обнажение пресновской толщи, отпечатки листьев, моллюсков, мыс Саранный
101	»	Контакт субвулканического тела и пресновской толщи, остатки моллюсков, о. Старичков
102	»	Отпечатки листьев в риолитовых туфах р. Карымшина
103	Вулканический	Шлаковые конусы
104	»	Шлаковые конусы оз. Зеленое
105	Палеовулканический	Переслаивание покровов агломератовых туфов
106	Геоморфологический	Водопад р. Паратунка
107	»	Водопад р. Паратунка
108	Вулканический	Вулкан Виллючинский
109	Геоморфологический	Абразионный уступ высотой 200 м, мыс Опасный
Лист N-57-XXXIII		
110	Палеовулканический	Экструзия риолитов горы Паратунка
111	»	Разрез игнимбритовой толщи руч. Пенистый
112	Ландшафтный	Политипные, преимущественно вулканические памятники
113	Минералогический	Самородное золото, Месторождение Родниковое
114	Гидрогеологический	Виллючинские термальные источники
115	Геоморфологический	Водопад в бухте Виллючинская
116	Общегеологический	Обнажение с окаменевшими стволами
117	Геоморфологический	Абразионная форма, мыс Раздельный
118	Ландшафтный	Политипные памятники, прибрежный океанический ландшафт
119	Вулканический	Уступ кальдеры вулкана Горелый
120	»	Вулкан Горелый
121	Гидрогеологический	Жировские термальные источники
122	»	Верхнежировские термальные источники

Номер на схеме	Вид памятника	Краткая характеристика
123	Минералогический	Кварц-карбонатные жилы с галенитом, сфалеритом, халькопиритом
124	Общегеологический	Субвулканическое тело, пакеты и сплетение даек
125	Гидрогеологический	Воиновские термальные источники
126	Палеовулканический	Эрозионная кальдера
127	»	Периклиналь склонов древнего вулкана
128	Ландшафтный	Природный палеовулканический комплекс
129	Археологический	Место находок каменных орудий
130	Общегеологический	Залегание эоплейстоценовых вулканитов на миоценовых
	Минералогический	Находки самородной меди
131	Палеовулканический	Экструзия горы Скалистая
132	Гидрогеологический	Термальные источники Дачные
133	Минералогический	Самородное золото в пропилитах бухты Фальшивая
134	Палеовулканический	Экструзия горы Двугорбая
135	Гидрогеологический	Северо-Мутновские термальные источники
136	Вулканический	Вулкан Мутновский
	Минералогический	Самородная сера
	Гидрогеологический	Фумаролы
137	Общегеологический	Выходы гранодиоритов Ахотенского массива
138	Гидрогеологический	Ахотенский водозабор
139	Минералогический	Пегматиты с друзами турмалина (шерла)
140	Общегеологический	Контакт гранитоидов и субвулканических тел
141	Геоморфологический	Сквозная долина р. Мутная—руч. Березовый
142	»	Абразионный уступ высотой до 870 м (мыс Полосатый)
143	»	Сквозная долина р. Мутная—бухта Мутная
144	Общегеологический	Опорное обнажение асачинской свиты с остатками моллюсков и костей ластоногих. Контакт даек и туфопесчаников
145	Геоморфологический	Оползневой рельеф
146	Гидрогеологический	Асачинские термальные источники
147	Общегеологический	Разрез системы субвулканических тел
148	Палеовулканический	Экструзия
149	Общегеологический	Разрез сложного субвулканического тела
150	Вулканический	Группа шлаковых конусов и некк
151	Минералогический	Выделения кристаллического полупрозрачного гипса
152	Общегеологический	Разрез эффузивной толщи на мысе Сиамо

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Геологическая изученность	8
Стратиграфия	18
Магматизм	54
Тектоника	157
История геологического развития	173
Геоморфология	176
Полезные ископаемые	183
Закономерности размещения полезных ископаемых и оценка перспектив района	223
Гидрогеология	238
Эколого-геологическая обстановка	242
Заключение	259
Список литературы	261
<i>Приложение 1.</i> Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте полезных ископаемых	270
<i>Приложение 2.</i> Список проявлений, пунктов минерализации полезных ископаемых, шлиховых ореолов, первичных геохимических ореолов, вторичных геохимических ореолов, показанных на карте полезных ископаемых	274
<i>Приложение 3.</i> Список петротипов, опорных обнажений, буровых скважин, показанных на геологической карте	285
<i>Приложение 4.</i> Список пунктов, для которых имеются определения возраста пород	291
<i>Приложение 5.</i> Каталог важнейших памятников природы на листах N-57-XXI, N-57-XXVII, N-57-XXXIII	297

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Масштаб 1 : 200 000

Серия Южно-Камчатская

Листы N-57-XXI (Северные Коряки),
N-57-XXVII (Петропавловск-Камчатский),
N-57-XXXIII (сопка Мутновская)

Редактор Т. В. Брежнева
Технический редактор Л. С. Челнокова

Издательство Санкт-Петербургской
картографической фабрики ВСЕГЕИ

ЛР № 040884 от 2.04.98 г.

Подписано в печать 9.03.2000. Формат 60×90/16. Гарнитура Таймс.
Печать офсетная. Печ. л. 19,0. Уч.-изд. л. 24,47. Тираж 150 экз.
Заказ 2218. Цена договорная.



Санкт-Петербургская картографическая фабрика ВСЕГЕИ
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72
Тел. 321-8121, факс 321-8153