

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР
КАМЧАТСКОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

Уч. № 0160

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СССР

МАСШТАБА 1:200 000

СЕРИЯ ЗАПАДНО-КАМЧАТСКАЯ

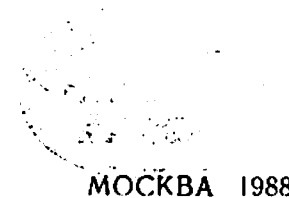
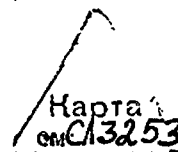
Лист N-57-XXXII
(сopка Опала)

Объяснительная записка

Составитель *В.С.Шеймович*
Редактор *М.И.Горяев*

Утверждено Научно-редакционным советом Мингео СССР
при ВСЕГЕИ 19 ноября 1981 г., протокол № 29

11307



О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Введение	5
Геологическая изученность	6
Стратиграфия	10
Интрузивные образования	41
Тектоника	56
Геоморфология	67
Полезные ископаемые	73
Подземные воды	84
Оценка перспектив района	89
Литература	93
Приложение	98

ВВЕДЕНИЕ

Территория листа N-57-XXXI ограничена координатами $157^{\circ}00'$ - $158^{\circ}00'$ в.д. и $52^{\circ}00'$ - $52^{\circ}40'$ с.ш. Она входит в Усть-Большерецкий и Елизовский районы Камчатской области РСФСР и занимает вулканическое нагорье центральной части юга полуострова. Рельеф нагорья образован вулканами разных размеров - от шлаковых конусов с абсолютными отметками 400-500 м до высоких вулканических гор: Ходутка (2090), Асака (1910), Опала (2475). Вулканические сооружения не образуют протяженных хребтов, а возвышаются отдельными горами. Своеобразие рельефа создается сочетанием разновысоких конических гор и крупных изометричных котловин глубиной более 100 м: Толмачев Дол, кальдеры вулканов Опала и Горелый. Диаметры котловин превышают 10 км. Лишь юго-восточная часть территории представляет собой резко расчлененное альпинотипное среднегорье с отметками 700-1100 м. Относительные превышения на площади листа колеблются от 300 до 1500 м, составляя в среднем 400-600 м.

Реки района принадлежат бассейнам Тихого океана и Охотского моря. К первым относятся реки Асака, Лев.Ходутка, Прав.Ходутка, ко вторым - реки Ужич, Хетик, Толмачева и Опала. Все они берут начало на территории листа. В верхних течениях реки имеют горный характер: стремительное течение (скорость 3,0-3,5 м/с), каменистые порожиные русла. Однако в западной части площади в среднем течении они становятся равнинными со скоростью течения около 1 м/с. Их ширина составляет 40-60 м, в период дождей и паводковых вод они с трудом переходят вброд. Наиболее низкие уровни воды в реках отмечаются в августе.

Среди довольно многочисленных озер самым крупным является Толмачево озеро (5x4 км); остальные озера - кратерные, лавоподпрудные и ледникового происхождения имеют диаметр менее 1 км.

Климат района переходный от морского к континентальному со сравнительно холодным влажным летом и умеренно холодной зи-

мой. В летнее время температура воздуха колеблется от 6 до 12°C, достигая 28°C, зимой температура не опускается ниже -25°C. Зимы с обильными снегопадами, частыми пургами. Мощность снегового покрова в долинах превышает 5 м. На отметках выше 1000 м снеговой покров устанавливается в конце сентября, в долинах - в октябре. Ледостав на р.Опала происходит 4-11 ноября. Вскрываются реки ото льда 10-17 мая. Обильное снеготаяние длится от конца мая до конца июня. Высокие воды держатся до первой декады июля. В горах распадки забиты снежниками до середины - конца июля.

Распределение растительности подчиняется высотной зональности. Лесные массивы редки. Они наблюдаются в долинах крупных рек, где произрастает каменная береза с густым подлеском из рябины, ольхового и кедрового стланика. Древесная растительность лесов может служить лишь источником топлива. В поймах рек произрастает тальник и льха. Тундровый ландшафт характерен для западной части территории. Склоны гор покрыты густыми зарослями ольхового стланика. На высоте 900-1000 м они сменяются горной тундровой растительностью.

Населенных пунктов и дорог в районе нет. По долинам рек Асача, Опала, Прав.Саван, Прав.Ходутка и Лев.Ходутка возможно движение вьючного транспорта. Расстояние по прямой от центра площади до г.Петропавловска-Камчатского 110-120 км.

Обнаженность района неравномерна. В западной его части чехол рыхлых отложений значительно мощнее, чем на остальной территории; в бассейне р.Ходутка на юго-востоке площади весьма значительна мощность (метры) присыпки современного пирокластического материала. На большей части территории обнаженность удовлетворительная. Коренные выходы отмечаются преимущественно вдоль водотоков и в приводораздельных частях склонов гор.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Систематическое изучение района началось с 1952 г. геолого-гидрогеологическими исследованиями масштаба 1:500 000 под руководством О.Н.Толстихина /36, 37/ и В.П.Мокроузова /26, 27/. В результате этих работ, продолжавшихся до 1954 г., были выделены неогеновые вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования, нижнечетвертичные, ниже- и среднечетвертичные вулканы, средне-верхнечетвертичные ледниковые отложения и современные образования терригенного и вулканического генезиса. О.Н.Толстихин подробно изучил Саванские термальные источники, химический состав

их вод и газов. Результаты изучения позволили предположить нефтеперспективность района источников, более подробное исследование которого было предпринято в 1956 г. Л.П.Грязновым /20/. В результате проведенных под его руководством работ масштаба 1:100 000 была расширена площадь дочетвертичных образований. Среди последних на основании находок остатков ископаемой флоры и фауны, а также стратиграфических интерполяций были выделены миоценовая вулканогенная свита, верхнемиоцен-плиоценовая кавранская свита и плиоценовая эрмановская свита. Общая мощность дочетвертичных отложений, по данным Л.П.Грязнова, около 3000 м. В дальнейшем выводы этого автора о мощности и строении дочетвертичных образований на р.Саван не подтвердились.

В 1957 г. непосредственно к западу подобные геологосъемочные работы были продолжены В.П.Вдовенко /19/. Результаты геологического изучения среднего течения р.Опала не подтвердили наличия антиклинальных структур, предполагаемых здесь Л.П.Грязновым. Собранные органические остатки не позволили отнести к плиоцену отложения, выделенные ранее как эрмановская свита, которые, по мнению В.П.Вдовенко, имеют четвертичный возраст.

В период с 1958 по 1965 г. на территории, примыкающей к площади листа М-57-XXXII с севера, востока и юга, Камчатским ГТУ велось геологическое картирование масштаба 1:200 000 и составление Государственной геологической карты листов М-57-XXVI, XXVII, XXXII и М-57-П,Ш /3, I, II, 12/. Результаты этих работ показали, что сопредельные площади имеют сложное геологическое строение. Кайнозойский вулканизм, имевший решающее значение при формировании геологической структуры всей этой территории, сопровождался интрузивной и гидротермальной рудообразующей деятельностью. Дочетвертичные образования были расчленены на олигоцен-миоценовую анавайскую серию и алнейскую верхнемиоцен-плиоценовую серию. Среди четвертичных отложений были выделены разновозрастные комплексы вулканогенных и вулканотерригенных образований. Результаты этих работ были обобщены в Сводной легенде Западно-Камчатской серии листов /38/.

В 1971-1973 гг. на территории листа были проведены геологосъемочные и поисковые работы масштаба 1:200 000 Опадской партией /40/, которая в целом подтвердила стратиграфические построения, полученные на смежных территориях, и выявила золоторудную специфику металлогении исследованной площади.

С 1975 по 1978 г. на северо-восточной части площади листа - на западных склонах влк.Горелого и его кальдеры, в массиве г.Асача и в бассейне одноименной реки Гореловской партией под руко-

водством Е.А. Лоншакова проводились геологосъемочные работы масштаба 1:50 000 /24/. Стратиграфическая схема предшественников /40/ для территории принципиально изменена не была. Работами этой партии была подтверждена перспективность Асачинского рудопроявления золота, выявленного в процессе работ масштаба 1:200 000.

В 1976 г. в западной части вулкана Горелого при проведении тематических работ В.С. Шеймовичем исследовано строение кальдерного комплекса и изучен магматизм района Асачинского рудопроявления /41/.

В конце семидесятых годов Центральной опытно-методической аэрогеологической партией Камчатского ТТУ были проведены производственно-методические работы, имевшие целью обобщить данные по геологическому строению и структурному положению вулканических поясов Камчатки. В результате работ были построены карты вулканотектонических структур /17/ Центрально-Камчатского вулканического пояса и тектоническая карта вулканических поясов Камчатки /23/. При построениях в значительной мере использованы материалы палеовулканологических исследований, проведенных Опалинской партией при геологической съемке масштаба 1:200 000 /40/.

В период с 1958 по 1963 г. на территории Южной Камчатки были проведены площадные геофизические работы: аэромагнитная съемка масштаба 1:200 000 /30/ и гравиметрическая съемка масштаба 1:1 000 000 /18/. В результате работ на юго-западе Камчатки была оконтурена потенциально нефтегазоносная структура - Гольгинский прогиб /34/. В связи с необходимостью определения границ и строения этой структуры территория листа N-57-XXXII частично и полностью охватывалась более детальными геофизическими работами: аэромагнитной съемкой масштаба 1:50 000 /31, 32/, гравиметрической съемкой масштаба 1:200 000 /16/ и 1:50 000 /29/. На площади проведены электроразведочные работы, в результате которых построен геоэлектрический разрез /43/ от р. Опала до р. Асача. Материалы исследований использованы в главе "Тектоника".

В основу построения геологической карты легли материалы Опалинской партии /40/. В значительной мере использованы результаты дешифрирования аэрофотоснимков масштаба 1:60 000 и 1:40 000 удовлетворительного качества. Миоценовые и миоцен-плиоценовые осадочные толщи плохо дешифрируются из-за слабой обнаженности. В поле распространения вулканогенных фаций определяются границы сохранившихся в рельефе палеовулканов; на участках, претерпевших интенсивную эрозионно-тектоническую переработку, нижняя граница

серии и ее внутреннее строение не устанавливаются. Нижнечетвертичные эффузивы выделяются по плоским пологонаклонным поверхностям базальтовых и андезитобазальтовых покровов. Довольно отчетливо по решетчатому рисунку гидросети, развитому на субстрате игнимбритов, прослеживаются границы полей плейстоценовых игнимбритов, принадлежащих кальдерному комплексу вулкана Горелого. Средне-верхнеплейстоценовые вулканы, формирующие стратовулканы, дешифрируются по коническому рельефу гор. Они всегда несут следы плейстоценовой экзарации. Однако строение стратовулканов, состав их пород не дешифрируются. По характеру поверхностей рельефа устанавливаются границы определенных генетических типов рыхлых четвертичных отложений. По фототону, зависящему от степени сохранности рельефа и его характера, ограничиваются поля разновозрастных продуктов деятельности ареального вулканизма, стратовулканов позднего плейстоцена и голоцена. Среди субвулканических образований дешифрируются лишь наиболее молодые верхнеплейстоценовые и голоценовые экструзии и дайки. Большая часть зон гидротермально-измененных пород не выделяется, лишь в истоках р. Хетик по светлому фототону прослеживается поле измененных пород. Большинство тектонических нарушений при дешифрировании выделяется по наличию протяженных и прямолинейных элементов рельефа.

Некоторая неувязка границ со смежными листами геологических карт /3, II, I2/, составленных до 1966 г., объясняется более поздними исследованиями на территории листа, результаты которых приведены в соответствии с решениями Межведомственного стратиграфического совещания 1974 г. /35/. Кроме того, несовпадение границ в значительной мере обусловлено тем, что ранее при картировании /3, II, I2/ часть субвулканических тел была включена в стратифицирующиеся вулканогенные образования. Характеристика полезных ископаемых и их положение даны на основании материалов всех проведенных здесь поисковых работ. Данные геологосъемочных работ масштаба 1:200 000, проведенных Большерецкой партией, и масштаба 1:50 000 - Ходуткинской партией, и детальных поисков Асачинского отряда Южно-Камчатской поисковой партии также использованы при составлении карты и объяснительной записки к ней.

В составлении карт, схем, списков, таблиц приняла участие техник-геолог О.Л. Дегтярева. Графические материалы вычерчены инженером-картографом Г.Ф. Купфер, старшим техником-картографом Л.И. Касатоновой.

Химические пробирные анализы, анализы микрофауны, спор и пыльцы выполнены в Центральной лаборатории ПГО Камчатгеология.

Единичные определения абсолютного возраста проведены в лаборатории Бурятского ТГУ и ГИН и ИГЕМ АН СССР. Определение остатков листовой флоры и фауны проводилось в палеонтологической партии Камчатской геологосъемочной экспедиции.

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении района принимают участие вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования неогенового и четвертичного возраста.

НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

Система объединяет образования анавгайской и алнейской серий. Анавгайская серия представлена на площади листа своим верхним членом — березовской свитой.

М и о ц е н

Анавгайская серия

Березовская свита (N_1^b) установлена в юго-восточной части площади листа, где туфоалевролиты, туфопесчаники, туффиты, туфогравелиты и конгломераты свиты фрагментарно обнажаются в бортах долин рек Лев.Ходутка, Федотова и Асачи. Породы смяты в пологие складки; углы наклона редко достигают 25° . Основание свиты не вскрыто. В левом борту долины р.Лев.Ходутка породы свиты с несогласием перекрыты отложениями алнейской серии.

Нижние части видимого разреза отложений свиты, которая весьма плохо обнажена, характеризуются следующим переслаиванием:

1. Туфопесчаники мелко-среднезернистые до крупнозернистых с редкой галькой базальтов и андезитов, темного цвета 2 м
 2. Туфоконгломераты плохосортированные с обломками размером до 4 см базальтов, андезитов и пемз I "
 3. Ритмичное переслаивание грубозернистых светло-серых туфопесчаников (0,5 м) и буроватых туфогравелитов (0,25 м) 7 "
 4. Туфопесчаники грубозернистые желтовато-серые с прослоями (1-5 см) пемзосодержащих туфопесчаников 10 "
 5. Туфопесчаники мелко-среднезернистые желтовато-бурого цвета II "
- Общая мощность 31 м.

Верхняя часть разреза наблюдалась непосредственно ниже места перекрытия пород свиты отложениями алнейской серии в левом борту долины р.Лев.Ходутка:

1. Переслаивание (от 2-3 до 10 м) псефопсаммитовых туффитов с включениями красноватых и зеленоватых туфопесчаников, мелкооскольчатых алевропсаммитовых туффитов с растительным детритом и псефитовых туфогравелитов с большим количеством пемзовых включений 60 м
 2. Переслаивание (1-2 м) туфопесчаников, существенно пемзовых гравелитов, лапиллиевых и бомбовых туфов 50 "
 3. Туфопесчаники среднезернистые слоистые с редкими остатками пелеципод плохой сохранности 40 "
 4. Туффиты псаммоалевритовые мелкооскольчатые 20 "
- Общая мощность 170 м.

Туфопесчаники — породы с мелко-крупнозернистой структурой: соотношение обломков и цемента в них варьирует в широких пределах и может составлять: 30-60% обломков пород, 30-50% обломков минералов, 10-30% цемента. Обломки имеют угловатую и окатанную форму. В состав литокластов входят базальты, андезиты, стекла, пемзы, реже отмечаются диоритовые порфиристы, габбро, гидротермально-измененные породы. Кристаллокласты представлены преимущественно плагиоклазом, реже кварцем, роговой обманкой и биотитом. Цемент — глинистый, глинисто-гидрослюдистый, карбонатный и цеолитовый. В цементе встречен глауконит. Характер цементации поровый, пленочный, базальный. В цементе встречаются скелеты диатомей и радиолярий.

Туфоалевролиты состоят из обломков плагиоклаза, пироксенов и роговой обманки. Количество обломков не превышает 15% от всего объема породы. Цементирующая масса сложена пепловым материалом.

Среди собранных в верхней части свиты на р.Лев.Ходутка остатков пелеципод плохой сохранности определяющими в отношении возраста Л.И.Ястремская /40/ считает формы *Acila* (*Acila*) *divaricata* (Hinds), *Limatula kovatschenovis* Il'yina, *Massa calcarea* (Gmel.), *M. cf. vesta* (Conr.). Они так же, как и обнаруженные в отложениях свиты на левобережье р.Асачи обильные микрофаунистические остатки *Harporhagmoides laminatus* Volosh. /24/, позволяют коррелировать вмещающие их слои с воляпольской серией. Большая часть остатков диатомей из отложений свиты на р.Лев.Ходутка: *Hyalodiscus obsoletus*, *H. dentatus*, *Coccolodiscus* sp. и др. /40/, по заключению Л.М.Долматовой и В.В.Лоншаковой, представляет собой виды, встречающиеся в миоценовых отложениях Камчатки.

Изложенные факты свидетельствуют о ранне-среднемиоценовом возрасте свиты. Ее видимая мощность на территории листа не превышает 350 м.

М и о ц е н - п л и о ц е н

Алнейская серия

К алнейской серии (N_{1-2}^{al}) отнесены базальты, андезито-базальты, их туфы и туфобрекнии, игнимбриты кислого состава, формирующие крупные стратовулканы, реликты которых сохраняют элементы первичного рельефа вулканических построек. Среди них выделены такие палеовулканы^{х/} как Скалистая, Хетик, Прав.Ходутка, Лев.Карымчина. Кроме того, образования серии включают вулканогенно-осадочные отложения: туфопесчаники, туфогравелиты и туфоконгломераты, слагающие фации подножия вулканического аппарата Саван.

На левом берегу р.Лев.Ходутка туфобрекнии алнейской серии с разрывом перекрывают отложения березовской свиты. Непосредственно на контакте отмечен слой базальных конгломератов мощностью 1,5 м. Они сложены хорошо окатанными валунами и галькой андезитов, жильного кварца, филлитов (?), вулканических стекол, туффи-тов из подстилающих отложений. Контакт между конгломератами и туфобрекциями постепенный. Нижние горизонты туфобрекций содержат обломки туфопесчаников и туффи-тов из подстилающих отложений.

Отложения алнейской серии характеризуются крайней фациальной и мощностной неоднородностью, вариациями петрографического и химического состава слагающих ее вулкани-тов. Практически каждый из наблюдаемых разрезов серии характерен лишь для данного участка, т.е. присущ лишь определенному палеовулкану.

В юго-восточной части алнейская серия имеет наиболее сложное строение, так как здесь она образована группой сближенных разновозрастных (в пределах возрастного диапазона серии) вулканов. Наиболее древние вулкани-ты - видимые низы серии обнажаются в бассейне р.Порожистой и в основании склонов в истоках р.Прав.Ходутка. Здесь вскрываются туфобрекнии андезито-базальтового и базальтового состава видимой мощностью до 200 м. Они перекрыты горизонтом игнимбритов дацитового и андезито-дацитового состава. Горизонт формирует широко развитый в этой части площади покров, фрагменты которого обнажаются в бортах рек Лев. и Прав.Ходутка. Игнимбриты залегают как на породах алнейской серии, так и березовской свиты. В основании покрова находятся литовитрокластиче-

^{х/} Здесь и ниже упоминаемые неогеновые и плейстоценовые палеовулканы выделены и названы по работам 1971-1973 гг. /40/, палеовулканическая схема опубликована в 1979 г. /15/. Расположение аппаратов показано на рис.2.

ские туфы кислого состава мощностью от 10 до 30 м. В самом игнимбритовом покрове (мощность достигает 50 м) отчетливо выделяется рыхлая неспекшаяся фация мощностью до 20 м и слабоспекшаяся фация (до 10 м). Верхнюю часть покрова слагают массивные красные и черные фьямме-игнимбриты.

Наиболее полный и типичный разрез эффузивно-пирокластических склоновых вулканических фаций наблюдался на восточном фланге палеовулкана Прав.Ходутка в правом борту р.Лев.Ходутка:

1. Туфобрекнии буровато-серые с обломками андезитов, шлаками. Преобладающий размер обломков 5-10 см	100 м
2. Туфобрекнии черного цвета, по составу аналогичные слою I	50 "
3. Агглютинаты красные	100 "
4. Туфобрекнии аналогичные слою I	50 "
5. Агглютинаты красные	5 "
6. Базальты темно-серые мелкопорфировые	50 "
7. Агглютинаты красные	20 "
8. Базальты светло-серые	30 "
9. Агглютинаты красные	10 "
10. Лавобрекнии базальтов буровато-черные	60 "
11. Туфобрекнии бурые, дислоцированы и обожжены дайками долеритов	30 "
12. Агглютинаты красные	2 "
13. Туфобрекнии глыбовые (размеры базальтовых глыб достигает 2 м)	120 "
14. Базальты темно-серые плагиопорфировые	22 "
15. Псефитовые и лапиллиевые туфы с прослоями (1-2 см) псаммитовых туфов	2 "
16. Туфобрекнии мелкообломочные ржаво-бурого цвета с размером обломков 2-5 см	25 "
Общая мощность 676 м.	

Эти образования перекрыты оливиновыми базальтами нижнечетвертичного влк.Сыпучая. В противоположном левом борту р.Лев.Ходутка алнейская серия представлена мощной (350-400 м) пачкой черных базальтовых туфобрекций, среди которых отмечены маломощные прослои псефитовых туфов и базальтов (1-3 м).

В юго-западной части территории алнейская серия сложена андезитовыми и андезито-дацитовыми покровами вулканов Скалистая, Хетик и Большие Иголки. Мощность эффузивных пачек достигает 700 м. Отдельные лавовые потоки имеют мощность 7-10 м. Углы их падения не превышают 10°. В верхних частях склонов палеовулкана

Бол.Иголки вскрывается эффузивно-пирокластическая пачка мощностью около 400 м. Мощность непрерывных серий эффузивных покровов достигает 50 м. Они периклинально наклонены под углом 5-8° от эрозионной кальдеры этого вулкана.

В бассейне р.Опала алнейская серия сложена преимущественно игнимбритами и туфами липаритового состава. Выходы этих пород прослеживаются в субширотном направлении от истоков р.Опала на запад на 40 км. Мощность их уменьшается от 340 м на левобережье р.Лев.Опала в западном направлении до десятков метров в склонах г.Утес Каменистый. Подошва игнимбритового покрова не вскрыта. На левом берегу р.Сред.Опала на игнимбритах с видимой мощностью 100 м залегает пачка андезитовых туфобрекций, перекрытая ранне-четвертичными базальтами. Игнимбриты представляют собой серые пористые породы с большим количеством кристаллокластов плагиоклаза и роговой обманки. Характерна черепитчатая или не всегда четко выраженная вертикальная призматическая отдельность. Фьямме в этих породах отсутствуют. Ксенолиты представлены обломками андезитов. Залегание игнимбритов субгоризонтальное.

В эрозионных врезях бассейна р.Лев.Карымчина обнажается дислоцированная пачка андезитовых туфобрекций мощностью до 300 м. Углы падения в приразломных зонах достигают 45°.

Вулканогенно-осадочные образования алнейской серии вскрываются в южных и восточных склонах массива г.Саван, в нижних частях бортов долин рек Саван, Лев. и Прав.Саван. Нижнюю часть разреза (около 400 м) составляют пирокластические и вулканогенно-осадочные отложения; серия базальтовых покровов мощностью около 100 м завершает разрез. Под базальтами залегают андезито-базальтовые туфобрекции с псаммитовым заполнителем. Среди обломков кристаллов часто наблюдается идиоморфный пироксен размером до 1 см. В нижней части пирокластической пачки отмечены линзы и прослои туфов, туффитов, туфопесчаников, туфоалевролитов и конгломератов мощностью 6-10 м. Вблизи Саванских источников вулканогенно-осадочная пачка имеет следующий разрез:

1. Туффиты псаммитовые с карбонатным цементом 4 м
 2. Туфы псефопсаммитовые зеленовато-серые, пестрые . 1 "
 3. Переслаивание (0,2-0,3 м) туфогравелитов и туфо-конгломератов; размер гальки, в составе которой микродиориты, пироксеновые базальты, кварц и кремни, не превышает 10 см. Заполнитель - алевритовый материал с обломками кристаллов пироксенов. В нем обнаружены довольно обильные скопления остатков пелеципод и детрита 7 "
- Общая мощность 12 м.

В гальке конгломератов найдена окремненная раковина аммонита, отнесенная Г.П.Авдейко к сем. Tetragonitidae.

Прослой алевритовых туффитов (6 м) с детритом и отпечатками листьев ивы, ольхи и березы обнажен среди туфобрекций на правобережье р.Саван в бассейне руч.Кривицкого.

Базальты обладают порфировой структурой и гиалопилитовой основной массой. Вкрапленники составляют до 65% объема породы. Подавляющее большинство приходится на плагиоклазы, среди которых преобладают андезин-лабрадор и лабрадор. Реже встречаются вкрапленники моноклинового пироксена и замещенного глинистыми минералами оливина.

Андезиты нередко имеют характерную флюидальную текстуру. Структура их основной массы гиалопилитовая в сочетании с фельзитовой. Вкрапленники, образованные плагиоклазом, роговой обманкой и пироксеном, составляют 50% объема породы. Среди них преобладает андезин. Пироксены представлены авгитом и гиперстеном.

Среди игнимбритов выделяются дацитовые и липаритовые разновидности. Первые представляют собой породы с витрокластической структурой, в которых количество порфирокластов редко превышает 5%; по содержанию ксенолитов (25%) они приближаются к ксеноигнимбритам. Витрокластический мезостаэис не имеет следов пепловопемзовой структуры, а образует агрегат спекшихся частичек массивного черного стекла псаммитовой размерности. Порфирокласты состоят из мелких (десятые доли мм) кристаллов плагиоклаза, ромбического и моноклинового пироксена, магнетита. Плагиоклаз-андезин встречается в виде идиоморфных выделений. Среди ксенолитов отмечаются базальты, долериты, андезиты, реже туфопесчаники.

Липаритовые игнимбриты - пористые с элементами псевдофлюидальности породы с кристаллокластической структурой и пепловопемзовой структурой мезостаэиса. Количество порфирокластов обычно составляет 30-40%. Они представлены кварцем (до 20% от объема породы), олигоклазом-андезином (до 20%), биотитом (до 5%), роговой обманкой (до 3%), магнетитом (менее 1%). Кварц и плагиоклаз встречаются в виде крупных (до 5 мм) обломков. Пепловопемзовая масса слабоспекшаяся, с участками проявления автопневматолитовой перекристаллизации, в которых стекло замещено микрокристаллическим агрегатом кварца, полевого шпата, тридимита.

По петрохимическим свойствам вулканы алнейской серии относятся к нормальным известково-щелочным породам, бедным или умеренно богатым щелочами (табл. I). Отмечается пространственное

Таблица I

Химический состав вулканитов алнейской серии

Окислы	Содержание окислов, вес. %						
	I22/68	4I3	70I2	8023	70I5	8032	I46-A
	I	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	47,94	49,92	67,20	70,20	70,92	71,26	60,40
TiO ₂	1,25	1,12	0,62	0,33	0,27	0,27	1,04
Al ₂ O ₃	18,44	18,70	15,32	14,02	13,99	13,86	15,72
Fe ₂ O ₃	4,02	5,53	3,20	1,57	1,44	2,71	5,32
FeO	7,21	5,70	1,69	1,19	1,13	1,24	1,42
MnO	0,22	0,15	0,07	0,07	0,11	0,07	0,11
MgO	5,71	3,70	1,12	2,72	1,41	1,11	2,16
CaO	10,07	9,36	2,94	2,10	3,08	0,70	4,98
Na ₂ O	2,89	2,63	3,90	3,90	3,57	2,93	4,04
K ₂ O	0,96	0,30	2,40	2,72	3,60	3,46	2,00
P ₂ O ₅	0,18	0,33	0,12	0,08	0,12	0,12	0,25
SO ₃	-	-	n/o	-	0,09	0,03	-
CO ₂	-	-	0,10	0,04	0,01	0,06	-
H ₂ O ⁻	0,59	-	0,10	0,21	0,29	1,61	1,36
H ₂ O ⁺	0,42	-	1,30	0,82	0,44	0,61	1,14
П.п.п.	-	1,51	-	-	-	-	-
Сумма	99,90	98,95	100,08	99,97	100,47	100,04	99,94

П р и м е ч а н и е. Обр. I22/68 - базальт, влк.Б.Иголки; обр.4I3 - базальт, влк.Прав.Ходутка; образцы 70I2, 8023, 70I5, 8032 - плиоценовые игнимбриты, истоки р.Опала; обр.146-A - дацитовый игнимбрит, р.Лев.Саван.

Анализы I и 2 выполнены в лаборатории Института вулканологии аналитиком Л.И.Карташевой; анализы 3-7 - в ИГГО: анализы 3, 4 - выполнены аналитиком Т.А.Череповой, 5 - В.Г.Олейник, 6, 7 - М.Д.Яроцкой.

изменение щелочности (калиевости): увеличение ее в породах палеовулканов в западном направлении /I4/.

Туфоалевролиты характеризуются алевритовой структурой и слоистой текстурой. Они сложены обломками кристаллов (60-65%), пород (10-15%), цементом (20-25%). Среди обломков кристаллов наблюдаются плагиоклаз, пироксены, роговая обманка, биотит и кварц. Среди обломков пород отмечены гидротермально-измененные породы, стекло, другие эффузивные породы. Цемент - глинисто-гидрослюдистый; в нем встречаются обломки диатомей.

Туфопесчаники имеют средне-крупнозернистую структуру и грубослоистую текстуру. Они состоят из обломков пород (10-15%), обломков минералов (35-40%), цемента (40-45%). Форма обломков от угловатой до хорошо окатанной. Среди обломков пород встречаются андезиты, диоритовые порфириты, базальты, алевролиты. Состав минеральных зерен тот же, что и в туфоалевролитах. В цементе алевритовый, пепловый материал.

Возраст отложений алнейской серии датируется по органическим остаткам, обнаруженным в ее вулканогенно-осадочных фациях в бассейне р.Саван. Остатки пелеципод, собранные в районе Саванских терм: *Serrites ex gr. groenlandicus* (Chemn.), *S. cf. groenlandicus var. laperousi* (Desh.), *Macoma echabiensis* Slod., *M. aff. inguinata* (Desh.), *M. ex gr. middendorffi* (Dall), *M. truncatoides* Khom., *M. aff. tokyoensis* Mak., *Mya ex gr. arenaria* Linne, *M. majanatschensis* Ilyina, характеризуют вмещающие отложения как возрастной аналог кавранской (миоцен-плиоценовой) серии Западной Камчатки. У северного подножия г.Саван, в левом борту р.Саван, обнаружены остатки пелеципод: *Chione securis* (Schum.), *Macra precursor* Dall, *M. sp. indet.*, *Liocuma fluctuosa* (Gould.), *Macoma calcareo* (Gmel.), наличие которых не противоречит подобной возрастной корреляции. Палинологические и диатомовые определения проб из тех же слоев позволили сопоставить отложения с эрмановской свитой (верхний миоцен) кавранской серии /40/. Остатки листьев *Carex sp. indet.*, *Salix sachalinensis* Fr. Schmidt, *S. sp. indet.*, *Betula sp.*, *Alnus tumrokensis* Cheleb., *A. sp. indet.*, *Ribes sp. indet.*, найденные в верховьях руч.Кривичьего, позволяют предполагать плиоценовый возраст вмещающих их слоев /40/. Результаты палинологического анализа, проведенного Большеречской партией в 1981 г. в пробах из слоев западных склонов вулкана Бол.Иголки, дают возможность коррелировать эти отложения с плиоценовой энметенской свитой. Палеомагнитные определения пород алнейской серии в истоках р.Прав.Ходутка позво-

ляют считать время образования вулканитов поздним плиоценом (0,89–0,95 млн. лет) – концом эпохи Матуяма по шкале Кокса (материалы Ходуткинской партии, 1981 г.). Комплекс приведенных данных не противоречит миоцен-плиоценовому возрасту алнейской серии. Мощность серии на территории листа не превышает 700 м.

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

Четвертичные образования объединяют комплекс разновозрастных плейстоценовых и голоценовых вулканогенных и флювиальных отложений различного генезиса (рис.1).

Нижнечетвертичные базальты (ρQ_I), андезитобазальты ($\alpha\rho Q_I$), андезиты (αQ_I), их туфы и туфобрекчии слагают эффузивные и эффузивно-пирокластические фации щитовых вулканов: Бол.Ипелька, Темный, Древ.Асача, Древ.Опала, Плоская, Сыпучая. Общая площадь выходов нижнечетвертичных вулканитов составляет около 1000 км². У большей части палеовулканов, несмотря на довольно интенсивную денудацию, сохранилось первичное залегание покровов. Покровы, преимущественно базальтового состава, образуют фрагменты горизонтальных плато и пологих плоских периклинальных хребтов. Пирокластические отложения развиты лишь в привершинной части влк.Бол.Ипелька. На территории листа находится его юго-восточный сектор. Этот аппарат выделяется лучшей сохранностью первичного рельефа. Эффузивная фация склонов слагает 80% вулкана. Она представлена исключительно базальтовыми покровами. Длина покровов от привершинной части до подножия 10–20 км, их мощность 20–40 м. Видимая мощность эффузивов, вскрытых в бортах отрогов, достигает 500 м. В стенках цирка в верхнем течении р.Удочка обнажается разрез, характеризующий строение привершинной части вулкана:

1. Лапиллиово-бомбовые туфобрекчии вишнево-красного цвета 30 м
 2. Серия потоков (0,5–1 м) мегаплагиофировых базальтов 40 "
 3. Лапиллиово-бомбовые туфобрекчии 20 "
 4. Серия потоков мелкопорфировых базальтов 20 "
- Видимая мощность 110 м.

К восточному подножию влк.Бол.Ипелька примыкает крупный нижнечетвертичный щитовой аппарат Древняя Опала с диаметром основания около 25 км. Примерно в центре его находится округлая кальдера, имеющая размер 12х14 км. Высота ее стен превышает

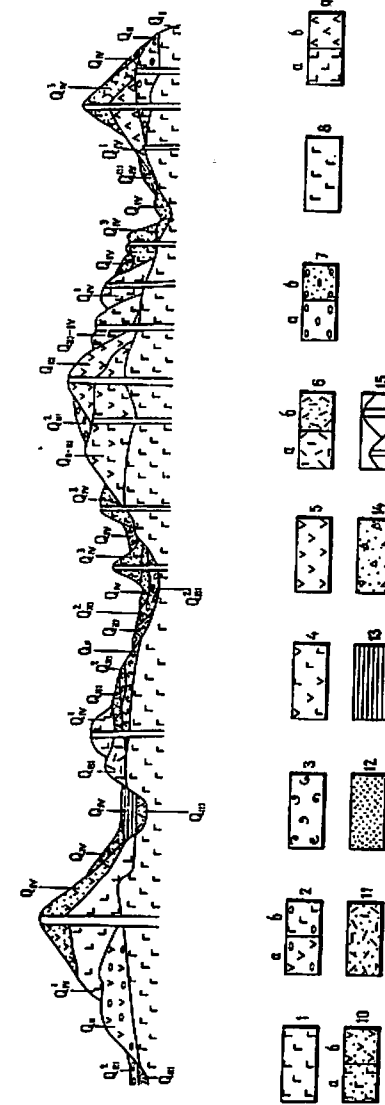


Рис.1. Схема соотношений четвертичных вулканогенных и флювиальных отложений

1 – нижнечетвертичные базальты (Q_I); 2–3 – среднечетвертичные вулканиты (Q_{II}): 2 – стратовулканов (а – андезиты, б – андезитобазальты, базальты), 3 – покровы игнибритов; 4 – средне-верхнечетвертичные андезитобазальты (Q_{III-IV}); 5–6 – верхнечетвертичные вулканиты (Q_{III}): 5 – андезиты, 6 – кислото состава (а – андезитодацииты, б – липаритовые пески, лентилы, пензы); 7 – верхнечетвертичные отложения (а – ледниковые, б – водно-ледниковые) первой стадии второго оледенения (Q_{III}), 8 – верхнечетвертичные современные базальты (Q_{III-IV}); 9 – вулканиты нижней части (Q_{IV}) современных образований (а – базальты, б – андезиты); 10–11 – вулканиты верхней части (Q_{IV}) современных образований (а – базальты, б – андезиты, андезитодацииты), 11 – пирокластические отложения кислого состава; 12–14 – современные флювиальные отложения (Q_{IV}): 12 – аллювиальные, 13 – озерные, 14 – продольно-делевальные; 15 – вулканические аппараты

200 м. Северо-западную часть этого щитового вулкана осложняет паразитический аппарат Уступ. Сохранился лишь северо-западный сектор этого андезитового палеовулкана. С востока к Древней Опале примыкает сравнительно небольшой щитовой влк. Темный с диаметром основания около 10 км. Далее на восток поле нижнечетвертичных вулканитов нарастается фрагментами базальтового аппарата Древний Горелый, в значительной мере перекрытого среднечетвертичными игнимбритами. Базальты этого вулкана залегают на игнимбриках алнейской серии. Их мощность достигает 400 м. В левом борту р. Сред. Опала их толща имеет следующий разрез:

1. Базальты серые с редкими мелкими вкрапленниками оливина	6 м
2. Базальты темно-серые плагиопорфировые	3 "
3. Базальты серые крупнопористые плагиопорфировые . .	15 "
4. Базальты светло-серые плагиопорфировые, плитчатые	2 "
5. Агломераты красно-бурые	6 "
6. Базальты светло-серые афировые	10 "
7. Базальты светло-серые афировые с крупными вкрапленниками пироксена	12 "
8. Базальты серые массивные оливин-пироксеновые . .	11 "
9. Серия маломощных (от 2 до 5 м) базальтовых потоков, разделенных красными корками агглютинатов мощностью 2-3 м	100 "
10. Базальты пироксеновые пористые	16 "
II. Андезито-базальты плагиопироксеновые с редкими вкрапленниками оливина	2 "

Видимая мощность 183 м.

Крупный нижнечетвертичный щитовой аппарат составляет основание влк. Асача. В его привершинной части наблюдается переслаивание базальтов и туфобрекций, а в склонах обнажаются потоки оливиновых и плагиопорфировых базальтов мощностью от 1 до 6 м. В привершинной части их наклон достигает 20° , а у подножия они залегают горизонтально. В целом лавовые покровы формируют крупные моноклинали, представляющие фрагменты древнего вулкана. У его западного подножия находится небольшой щитовой аппарат Плоская с диаметром основания 9 км. Он сложен однородными плагиоклаз-пироксеновыми базальтами. Мощность базальтового щита колеблется от 250 до 500 м.

Фрагмент довольно крупного щитового палеовулкана Сыпучая находится на юго-востоке территории. Сохранился его южный сег-

мент в виде горного массива с плоскими наклоненными на юг, юго-восток и юго-запад склонами, сложенными оливиновыми базальтами. Их мощность достигает 300 м. В строении прикратерной фации у вершины г. Сыпучей принимают участие грубообломочные пирокластические отложения, потоки и дайки базальтов. Характерны линзовидные сечения пластов. Слоистость пирокластического материала - псефитовых и псаммитовых туфов косая и линзовидная. Мощность слоев достигает 5 м.

Всего на площади работ находится девять реконструированных нижнечетвертичных щитовых вулканов (см. рис. 2). Кроме того, к образованиям того же возраста отнесены фрагменты базальтовых покровов в бассейнах рек Опала и Саван. Они залегают на отложениях алнейской серии и имеют морфологическое сходство с покровами нижнечетвертичных вулканов. Мощность характеризуемых вулканитов колеблется от 100-200 м в подножии аппаратов до 1000-1200 м в привершинных частях таких вулканов как Бол. Ипелька и Древ. Асача.

Большая часть вулканитов представлена базальтами, среди которых преобладают порфировые разновидности. Количество порфировых выделений достигает 40%. По соотношению вкрапленников можно выделить оливиновые, оливин-пироксеновые и плагиопорфировые разновидности. В последних оливин содержится в виде единичных зерен, а моноклинного пироксена - не более 15%. Для таких базальтов очень характерна гигантопорфировая структура, при которой длина вкрапленников плагиоклаза достигает 5 см, а пироксена - 1 см. Плагиоклаз - андезин-лабрадор, лабрадор, содержится в количестве 10-30%, а пироксен и оливин - 5-10%. Для базальтов Бол. Ипельки характерны каймы калишпата вокруг зерен плагиоклаза. Структура основной массы интерсертальная, микроделеритовая. Стекло часто остается незамещенным глинисто-хлоритовым агрегатом. Наиболее подвержен вторичным преобразованиям оливин вкрапленников. Содержание магнетита достигает 10%. Аксессуары представлены апатитом.

Андезито-базальты отличаются от базальтов отсутствием оливина и гиалопилитовой структурой основной массы.

Андезиты имеют тот же состав вкрапленников, что и андезито-базальты. Иногда присутствует и роговая обманка, замещенная агрегатом кристаллов магнетита и пироксена. В породах основной массы, обладающей гиалопилитовой структурой, присутствует тридимит.

В петрохимическом отношении эффузивы принадлежат (табл. 2) единой известково-щелочной серии нижнечетвертичной базальтовой формации /4I/. Содержание K_2O в базальтах зависит от структурного

Химический состав нижнечетвертичных вулканитов

Оксиды	Содержание окислов, вес. %										
	обр. В-1025	обр. В-1012	обр. В-59	обр. 8816	обр. 7791	обр. 8526	обр. 7641	обр. 8561/2	обр. 8594/1	обр. 8596	обр. 7735
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
SiO ₂	49,70	51,60	49,20	54,68	55,36	50,18	52,04	52,28	58,36	59,98	66,76
TiO ₂	1,45	1,16	1,26	0,91	0,81	1,14	1,12	0,94	0,77	0,86	0,51
Al ₂ O ₃	17,64	18,50	18,33	18,28	16,80	19,80	18,50	17,33	16,90	17,19	15,65
Fe ₂ O ₃	3,64	1,23	1,83	2,36	5,16	4,26	3,94	5,63	4,11	3,04	1,46
FeO	5,82	6,39	5,85	5,69	4,43	5,62	5,98	3,38	2,76	3,20	2,73
MnO	0,31	0,27	0,24	0,14	0,10	0,14	0,18	0,14	0,10	0,10	0,07
MgO	5,09	4,90	6,10	3,93	3,32	4,54	3,63	5,44	4,84	2,12	1,81
CaO	9,19	9,40	10,58	8,55	7,21	9,53	9,25	7,85	5,05	6,17	2,80
Na ₂ O	2,79	4,89	3,59	3,21	3,03	3,02	3,19	2,69	3,76	3,90	4,58
K ₂ O	2,07	1,34	1,34	1,39	1,66	0,98	1,08	0,96	2,40	2,16	2,93
P ₂ O ₅	0,29	0,26	0,37	0,25	0,27	0,44	0,24	0,23	0,24	0,24	0,21
SO ₃	-	-	-	н/о	0,18	н/о	0,21	н/о	н/о	0,01	0,07
CO ₂	0,70	-	0,45	н/о	0,14	0,09	0,09	0,14	0,07	0,12	0,02

Продолжение табл. 2

Оксиды	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
H ₂ O ⁻	0,74	0,55	0,75	0,35	0,51	0,09	0,25	0,34	0,32	0,18	0,27
H ₂ O ⁺	0,13	0,16	0,12	0,37	0,98	0,54	0,53	2,48	0,48	0,52	0,27
Сумма	99,56	100,65	100,01	100,11	99,96	100,37	100,23	99,83	100,16	99,79	100,14

Примечание. Образцы В-1025, В-1012 - базальт, влк. Бол. Иделька; обр. В-59 - базальт, влк. Дрив. Опаля; обр. 8816 - андезит-базальт, г. Плоская; обр. 7791 - долерит, влк. Дрив. Асаца; образцы 8526, 8561/2, 7641 - базальт, влк. 1016 (г. Темная); образцы 8594/1, 8596 - андезиты, влк. Уступ; обр. 7735 - латит, влк. Карымчина.

Анализы 1, 2, 3 выполнены в химической лаборатории Института вулканологии аналитиком М. И. Миловой; анализы 6, 8, 9, 10 выполнены Т. А. Череповой, 4, 7 - В. Г. Олейник; 5, 11 - М. Д. Яроцкой в ЦИ КГО.

положения палеовулканов. Максимальное количество K_2O отмечается в породах влк. Бол.Ипелька. В юго-восточном направлении содержание калия в породах закономерно уменьшается /14/.

Возраст характеризуемых образований дается по комплексу фактов. В бассейне рек Опала и Саван они перекрывают отложения алнейской серии, содержащие органогенные остатки миоцен-плиоценового возраста. В некоторых случаях (на г.Сыпучей) в основании базальтовых покровов, залегающих на породах алнейской серии, встречены базальтные конгломераты, в гальке и валунах которых отмечены обломки подстилающих пород. Они перекрыты вулканитами средне-верхнечетвертичных стратовулканов: Удочка, Пиратковский Пик, Асача. Результаты палеомагнитного анализа базальтовых покровов г.Утес Каменистый /40/ (отторженец палеовулкана Древ.Опала), г.Сыпучей (материалы Ходуткинской партии, 1981 г.) позволяют считать время базальтовых излияний ранним плейстоценом (низы эпохи Брунеса - не более 0,69 млн.лет или граница эпох Матуйма и Брунеса - 0,69-0,89 млн.лет по шкале Кокса).

Среднечетвертичное звено

Среднечетвертичные образования объединяют вулканиты различного состава и генезиса: андезиты (αQ_{II}), андезитобазальты ($\alpha\beta Q_{II}$), игнимбриты дацитового и липаритового ($\gamma, \lambda Q_{II}$) состава. К ним отнесены эффузивные и пирокластические фации вулканов Пиратковский Пик, IOI2, Круглая, Удочка и игнимбриты кальдерного комплекса влк.Горелого. Упомянутые аппараты представляют собой небольшие стратовулканы. Для их склонов, разрушенных эрозией, характерно ненарушенное первичное залегание покровов. Наиболее крупный из них - влк.Круглая формирует изометричный горный массив; его основание имеет форму эллипса размером 9х13 км. Склоны его сложены покровами базальтов и андезитов. Покровы под углом 5-7° периклинально спускаются к подножию. Максимальная видимая мощность эффузивной фации по гипсометрическим данным составляет 700 м.

К востоку от него находится вулкан IOI2. Он имеет в плане суженные, удлинённые в северо-восточном направлении очертания. Его длинный диаметр равен 18 км, относительное максимальное превышение вулкана (и мощность его вулканитов) - 850 м. В строении склонов вулкана принимают участие потоки андезитов, северные подножия сложены липаритовыми игнимбритами мощностью до 150 м.

Поле вулканитов влк. IOI2 смыкается к востоку с аппаратом Пиратковский Пик. Диаметр его основания 5 км, относительная высота 800-1000 м. Он сложен главным образом андезито-базальтовыми и базальтовыми лавами. Они имеют довольно крутые углы наклона в привершинной части постройки, что объясняется дислокациями покровов при образовании субвулканических тел. Потоки вулкана залегают на нижнечетвертичных базальтах.

На северо-западе территории находится небольшой влк. Удочка. Фундаментом для него служат нижнечетвертичные базальты. Параметры его основания 7х8 км, относительная высота 400-600 м. Он сложен преимущественно лавами андезитов.

Среднечетвертичные дацитовые игнимбриты распространены на северо-востоке территории на площади около 150 км². Они образуют плоскую равнину, поверхность которой полого наклонена от кальдер влк.Горелого. У бровки кальдеры или у останцов нижнечетвертичных базальтов их мощность составляет первые метры, а на внешних границах поля достигает 240-280 м. Игнимбриты вложены в долины, выработанные в склонах влк.Древ.Горелый. В основании игнимбритовой толщи на базальтах отмечен прослой пемзовых туфов мощностью около 1 м. Сама толща сложена несколькими игнимбритовыми покровами; мощность отдельного покрова может достигать десятков метров. Между ними отмечены эрозионные несогласия. Ряд литологических разновидностей игнимбритов, обусловленный различными степенями спекания, довольно широк: от рыхлых тефроидных разновидностей до массивных лавоподобных. Среди них преобладают фьямме-игнимбриты: черные, серые, красные. Фьямме достигают в длину 10 см.

Базальты - порфировые породы, содержащие во вкрапленниках (до 35%) плагиоклаз - андезин-лабрадор, оливин (до 10%), моноклиновый пироксен (5-10%). Плагиоклаз образует крупные таблички до 4 мм длиной. Основная масса имеет микроклеритовую и интерсертальную структуру.

Андезиты характеризуются гломеропорфировой структурой и гиалопилитовой основной массой. Количество вкрапленников составляет 20-30%. Среди андезитов выделяются двупироксеновые и плагиопорфировые разновидности. Первые содержат во вкрапленниках помимо андезина авгит и гиперстен, вторые - андезин и моноклиновый пироксен. Редко присутствуют зерна опациitizedированной роговой обманки.

Андезито-базальты близки андезитам, но вкрапленники плагиоклаза состоят преимущественно из лабрадора. Для андезитов и ан-

Химический состав

Оксиды	Содержание								
	обр. 793	обр. 7886-А	обр. 137	обр. 8219	обр. 742	обр. 8203	обр. 7988	обр. 139	обр. 748
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	56,16	59,66	61,04	62,26	62,32	62,38	62,80	63,16	63,36
TiO ₂	0,50	0,66	0,43	0,91	0,46	0,96	0,86	0,41	0,47
Al ₂ O ₃	18,61	15,97	18,28	16,01	17,74	15,70	16,50	17,58	18,11
Fe ₂ O ₃	3,08	3,81	0,86	3,59	3,13	2,74	2,38	0,95	1,90
FeO	3,33	4,03	3,16	1,71	2,44	2,48	2,17	3,01	2,51
MnO	0,04	0,08	0,05	0,10	0,07	0,11	0,06	0,05	0,05
MgO	1,97	3,52	2,81	1,41	1,18	3,02	2,42	2,13	1,00
CaO	5,74	4,21	4,76	4,21	3,98	3,78	3,08	3,67	3,70
Na ₂ O	4,02	4,45	4,04	4,53	5,82	4,04	4,53	4,90	5,26
K ₂ O	2,12	2,10	3,14	2,58	2,76	2,76	2,40	3,02	3,10
P ₂ O ₅	0,27	0,31	0,25	0,25	0,20	0,28	0,21	0,17	0,18
SO ₃	н/о	0,04	0,56	0,24	0,12	0,13	н/о	0,11	н/о
CO ₂	-	0,04	-	0,02	-	0,05	0,09	-	-
H ₂ O ⁻	2,07	1,09	0,15	1,90	0,29	1,01	1,17	0,15	0,13
H ₂ O ⁺	3,38	0,41	1,10	0,14	0,27	0,58	0,96	0,18	0,06
Сумма	101,29	100,38	100,63	99,86	100,78	100,02	99,63	99,49	99,83

П р и м е ч а н и е. Обр. 793 - пемза, влк. Горелый; образцы 7886-А, 137, обр. 59 - андезит, влк. Круглая; обр. 823 - андезит, влк. IOI2; обр. 240 - андезито-андезит, влк. Пиратковский Пик; обр. 4627 - андезит, влк. Удочка.

Анализы 1, 3, 5, 8, 9, II выполнены аналитиком А.И. Ильиных; 2, 4, 6 - В.Г.

Таблица 3

среднечетвертичных вулканитов

окислов, вес. %									
обр. 8219а	обр. 102	обр. 7944	обр. 624	обр. 59	обр. 823	обр. 240	обр. 747	обр. 304	обр. 4627
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
63,48	63,64	65,60	77,22	56,86	57,54	61,90	70,02	57,62	54,78
0,94	0,56	0,54	0,31	0,94	0,94	0,81	0,36	0,79	1,02
16,31	17,57	14,86	12,69	15,97	14,68	15,42	14,20	18,21	16,90
4,05	1,24	3,20	0,92	5,88	3,01	5,25	1,31	2,02	5,36
1,03	3,38	2,06	0,50	2,98	5,39	2,64	2,41	5,65	4,34
0,08	0,08	0,05	0,03	0,11	0,12	0,09	0,07	0,13	0,14
1,61	2,02	0,91	0,91	4,94	3,62	2,22	2,07	3,93	4,54
3,51	4,06	2,38	2,27	7,02	8,83	6,45	3,16	7,43	7,75
4,37	4,69	4,58	2,92	3,00	2,76	3,03	2,90	2,90	3,32
2,40	2,32	2,93	3,00	1,50	1,50	2,00	2,20	1,18	1,40
0,30	0,26	0,21	0,01	0,21	0,19	0,13	-	0,18	0,26
н/о	0,22	0,03	-	-	-	-	-	-	0,05
0,10	-	н/о	-	-	0,02	-	-	0,01	0,01
0,83	0,03	2,21	-	0,34	0,63	0,31	0,96	-	0,11
0,78	н/о	0,31	-	0,22	0,63	0,49	0,38	0,26	0,34
99,79	100,07	99,87	100,78	99,97	99,86	100,74	100,02	100,31	100,32

8219, 742, 8203, 7988, 139, 748, 8219а, 102, 7944, 624 - игнимбриты, влк. Горелый; дацитовый игнимбрит, влк. IOI2; обр. 747 - липаритовый игнимбрит, влк. IOI2; обр. 304 -

Олейник; 7, 10 - Т.А. Череповой; 12, 13-19 - М.Д. Яроцкой в ЦИ КИГО.

дезито-базальтов вулканов IOI2 и Пиратковский Пик характерны пятнистые флюидальные текстуры и обилие гранитоидных ксенолитов.

Игнимбриты имеют андезитовый, дацитовый и липаритовый состав. Андезитовые игнимбриты содержат до 45% порфирокластов, представленных преимущественно андезином (до 35%) и в меньшей степени пироксенами и магнетитом. Витрокластический мезостази́с пород замещен агрегатом пневматолитических минералов: плагиоклазом, калишпатом, реже биотитом. Текстура псевдофлюидальная. Дацитовые игнимбриты по составу порфирокластов (не более 10%) близки андезитовым. Обычно они содержат 5-10% ксенолитов базальтов, андезито-базальтов. Витрокластический компонент имеет искаженную пепловую и пеплово-пемзовую структуру. Показатель преломления спекшегося стекла равен 1,506. Примерно столько же порфирокластов содержится и в липаритовых игнимбритах. Они представлены андезином, кварцем, биотитом, роговой обманкой, ромбическим и моноклинным пироксенами. Среди аксессуарных встречен апатит и циркон. Структура мезостази́са - пепловая.

Петрохимические свойства петрографически разнородных среднечетвертичных вулканитов довольно близки. Они все принадлежат известково-щелочной серии, обладают нормальной щелочностью или недонасыщены щелочами. Лишь игнимбриты кальдеры влк. Горелого перенасыщены щелочами. По химическому составу они близки кварцевым латитам (табл.3, 4).

Все рассмотренные вулканы формировались примерно в одно время. Об этом свидетельствует помимо равной степени сохранности их рельефа и одинаковое стратиграфическое положение их вулканитов: они залегают на нижнечетвертичных базальтах и перекрыты средне-верхнечетвертичными образованиями (игнимбриты влк. Горелого перекрыты породами средне-верхнечетвертичных вулканов Асача и Мутновский /II/). Результаты палеомагнитного анализа игнимбритового покрова вулкана IOI2 и разрезов влк. Пиратковский Пик (материалы Ходуткинской партии, 1981 г.) позволяют считать, что оба аппарата формировались в эпоху Бринеса раньше эпизода Лошамп (между 0,10 и 0,69 млн. лет). На основании этих данных возраст охарактеризованных образований принимается среднечетвертичным.

Средне-верхнечетвертичные андезито-базальты ($\alpha\beta Q_{II-III}$), андезиты (αQ_{II-III}), их туфы и туфобрекчи и слагают влк. Асача. Это типичный стратовулкан, довольно интенсивно разрушенный позднечетвертичной эрозией. Диаметр его основания

Таблица 4

Химический состав верхнечетвертичных вулканитов кальдерных комплексов вулканов Спала и Горелый

Оксиды	Содержание оксидов, вес. %									
	обр. 4415	обр. 781	обр. 8785	обр. 8782	обр. 756	обр. 8306	обр. 7989	обр. 791	обр. 615	
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	
SiO ₂	66,54	58,20	59,26	59,32	60,02	61,02	64,92	68,08	69,56	
TiO ₂	0,38	0,50	1,12	1,14	0,39	1,04	0,89	0,44	0,56	
Al ₂ O ₃	14,90	18,05	17,26	15,50	16,82	15,20	16,01	16,55	7,04	
Fe ₂ O ₃	1,99	3,05	4,40	2,01	5,12	2,36	1,57	2,18	3,68	
FeO	1,62	3,23	2,33	5,82	2,27	4,07	2,90	1,73	5,67	
MnO	0,06	0,07	0,16	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,02	
MgO	2,02	4,82	3,23	3,23	2,39	3,22	2,82	1,09	2,58	
CaO	1,96	8,21	5,19	5,47	6,25	5,33	2,94	3,57	4,39	
Na ₂ O	3,32	2,29	4,03	3,79	3,50	4,03	4,30	3,47	3,88	
K ₂ O	2,52	1,01	1,96	2,14	2,18	2,75	2,77	2,12	0,87	
P ₂ O ₅	0,09	0,10	0,55	0,48	0,07	0,42	0,23	0,15	0,31	
SO ₃	0,35	0,22	n/o	0,13	0,09	0,09	n/o	0,16	0,10	

Продолжение табл. 4

Окислы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CO ₂	0,01	-	0,09	0,04	-	0,04	0,12	-	-
H ₂ O ⁻	2,11	0,15	0,06	0,32	0,20	0,40	0,26	0,10	-
H ₂ O ⁺	2,08	0,96	0,26	0,09	0,33	0,08	0,04	0,09	-
П.п.п.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64
Сумма	99,95	100,86	99,90	99,53	99,68	100,10	99,83	99,77	99,30

Примечание. Обр. 4415 - пенза пирокластических потоков, кальдерный комплекс влк. Опала, р. Ковач; образцы 81, 8765, 8762, 756, 8306 - андезиты, кальдерный комплекс влк. Горелый; обр. 7969 - дацит, там же; образцы 791, 615 - липарито-дациты, кальдерный комплекс влк. Горелый.

Анализы 1, 9 выполнены аналитиком М.Д. Яроцкой; 2, 5, 8 - аналитиком А.И. Ильиных; 3, 7 - Т.А. Черновой; 4, 6 - В.Г. Олейник в ЦИ КГО.

15 км, относительная высота 1500 м. Склоны его бронированы лавовыми потоками, имеющими отчетливую выраженность в рельефе. Мощность склоновых эффузивно-пирокластических образований достигает 600 м. Участки преимущественного развития пирокластических образований наблюдаются в привершинной части вулкана. Здесь общая мощность переслаивания псефитовых туфов и туфобрекчий достигает 300 м при мощности слоев 1-3 м. Отложения прорваны и дислоцированы базальтовыми, андезито-базальтовыми дайками и субвулканическими телами жерловой фации. Максимальная мощность эффузивно-пирокластических вулканитов 1200 м.

Петрографический состав андезито-базальтовых и андезитовых лав аналогичен среднечетвертичным эффузивам. В андезитах постоянно присутствует тридимит.

Лавы вулкана недонасыщены щелочами, характеризуются резким преобладанием Na над K (табл. 5).

Возраст влк. Асача считается средне-позднечетвертичным, так как его вулканиты перекрывают среднечетвертичные игнимбриты, а его склоны подверглись позднечетвертичной экзарации.

Верхнечетвертичное звено

Ледниковые и водно-ледниковые отложения первой стадии второго оледенения (Q_{II}^2) образуют сравнительно небольшие поля, приуроченные главным образом к долинам рек и к подножиям неогеновых и плейстоценовых вулканических массивов. В составе ледниковых отложений наблюдаются валунно-глыбовый, валунно-галечный материал с супесчаным и суглинистым заполнителем. В них встречаются горизонты липаритовых пемз. Мощность пемзовых слоев может достигать 10-15 м. Общая мощность ледниковых отложений не превышает 50 м.

Поля водно-ледниковых отложений обычно сопряжены с ледниковыми образованиями. Они, как правило, перекрываются современным пролювиально-делювиальным чехлом. Сложены они галечно-гравийным материалом с редкими валунами, глинистым и суглинистым заполнителем. Мощность отложений колеблется от 4-5 до 20-30 м. Один из разрезов наблюдался на р. Опала:

1. Глины зеленовато-коричневые, переслаивающиеся с супесями. Слоистость ленточная. Мощность ритмичного переслаивания 1 см 6 м
2. Галечники, сцементированные гидроокислами железа 1 "

Таблица 5

Химический состав пород, слагающих средне-

верхнечетвертичные и современные стратовулканы

Оксиды	Содержание								
	обр. 8006	обр. 8263	обр. 8653	обр. 22-В	обр. 3131	обр. 36	обр. В-84	обр. 8591	обр. В-75
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	52,95	53,06	53,14	51,74	57,00	60,02	49,40	52,60	55,76
TiO ₂	0,96	1,02	0,84	0,99	0,60	0,86	1,16	1,02	0,76
Al ₂ O ₃	16,67	17,70	17,86	15,69	18,00	15,82	17,70	18,62	17,63
Fe ₂ O ₃	3,83	2,81	1,63	10,02	2,52	3,37	7,54	3,33	2,10
FeO	5,36	6,77	6,71	3,38	4,83	4,51	0,72	5,0	6,66
MnO	0,09	0,12	0,13	0,12	0,16	0,08	0,24	0,15	0,18
MgO	6,45	5,44	6,85	5,65	3,46	4,07	7,04	4,74	4,78
CaO	8,41	7,57	8,27	8,55	8,34	6,39	8,75	9,53	8,20
Na ₂ O	2,90	2,90	2,96	2,25	2,79	2,90	4,74	3,37	2,89
K ₂ O	1,16	1,24	1,06	0,73	1,02	1,60	1,20	1,46	0,62
F ₂ O ₅	0,39	0,24	0,30	0,11	0,13	0,06	0,14	0,28	0,19
SO ₃	0,09	0,01	0,21	н/о	-	-	-	0,14	-
CO ₂	0,06	0,09	0,02	-	0,24	-	-	н/о	-
H ₂ O ⁻	0,20	0,26	0,20	0,62	0,58	0,43	1,13	0,20	0,25
H ₂ O ⁺	0,32	0,82	0,25	0,05	-	0,09	0,54	н/о	0,12
Сумма	99,84	100,05	100,43	99,90	99,67	100,20	100,30	100,44	100,14

окислов, вес. %

обр. В-1006	обр. В-32	обр. 8588/3	обр. В-90	обр. 556	обр. В-50	обр. В-70	обр. 3061	обр. 738
10	11	12	13	14	15	16	17	18
56,28	56,60	58,34	60,26	61,00	61,60	61,62	47,40	51,58
1,05	1,10	0,72	0,69	0,80	0,80	0,70	0,44	0,71
17,56	17,31	17,75	17,38	16,90	16,56	17,19	21,72	18,46
2,15	1,74	5,07	3,28	3,99	1,00	1,20	1,82	2,80
4,16	4,66	1,46	1,41	2,66	3,69	3,46	8,30	6,89
0,15	0,25	0,11	0,19	0,16	0,22	0,24	0,04	0,03
3,76	2,98	3,73	1,82	2,34	2,30	2,07	5,96	5,50
7,33	6,81	5,89	5,29	5,34	5,71	5,14	11,47	8,66
3,92	4,42	3,86	5,25	5,04	4,76	4,42	1,74	1,67
2,04	2,59	2,28	2,58	1,97	2,47	2,61	0,54	0,52
0,33	0,44	0,30	0,23	0,30	0,25	0,14	0,12	0,29
-	-	-	-	-	-	-	-	0,02
-	-	0,04	-	-	-	-	0,20	0,19
0,43	0,83	0,10	1,13	0,34	1,03	0,30	-	1,85
0,34	0,10	0,20	0,32	0,03	0,14	0,80	-	-
99,50	99,83	99,85	99,83	100,87	100,53	99,89	99,75	99,17

Примечание. Образцы 8006, 8263, 8653 - базальты, влк. Асача (Q_{II-III}); (Q_{IV}); образцы В-84, 8591 - базальты, влк. Опала (Q_{IV}); обр. В-75 - андезито-базальт, влк. Опала (Q_{IV}); образцы 3061, 738 - базальты, влк. Горелый.

Анализы 1, 3, 8 выполнены аналитиком В.Г. Олейник, 2, 12 - Т.А. Череповой, 4, 5 - из колл. И.Т. Кирсанова.

обр. 22-В - базальт, влк. Ходутка (Q_{IV}); образцы 3131, 36 - андезиты, влк. Ходутка влк. Опала (Q_{IV}); образцы В-1006, В-32, 8588/3, В-90, 556, В-50, В-70 - андезиты, 6 - М.Д. Яроцкой, 17, 18 - А.И. Ильиных в ЦИ КШО; 7-10, 13-16 по Н.В. Огородову /10/;

3. Галечники с песком и обломками пемзы 8 м
 4. Вадунники с песчаным заполнителем 2 м
 Видимая мощность 17 м.

Для водно-ледниковых отложений бассейна среднего течения рек Опала и Саван характерны пачки с ленточной слоистостью, отмеченные в слое I. Они прослеживаются в береговых обрывах этих рек на 10 и более километров. Кроме того, в них нередко отмечаются слоистые вулканических пеплово-пемзовых отложений, связанных с образованием кальдеры влк.Опала. Мощность таких слоев от первых метров до 20 м. Они тяготеют к верхам отложений. Возраст пеплово-пемзовых образований /9/ около 30 тыс. лет. Палинологическим анализом в ледниковых и водно-ледниковых отложениях руч.Озерный Ключ и правобережья р.Прав.Ходутка выделен спектр спор и пыльцы растительности, типичной для открытых тундровых пространств времени горно-долинного оледенения.

Андезиты (αQ_{III}), андезиты-дациты (αQ_{III}^{1-2}), липаритовые пески, пеплы, пемзы (λQ_{III}) участвуют в строении вулканов центрального типа и формируют покровы, связанные с кальдерообразованием. К первым относится небольшой влк.Гора Туманов, представляющий собой позднюю фазу развития влк.Асача. Расположенный на склонах уже частично разрушенной средне-верхнечетвертичной постройки, он представляет собой островерхий андезитовый конус с углами наклона склонов до 15-20°. Его лавы образованы однообразными плагиопорфировыми андезитами. Вулкан слабо разрушен ледниковой экзарацией и перекрыт современными базальтами.

Андезиты-дациты являются эффузивными фациями прикальдерных экструзий влк.Горелого. Они образуют потоки с плоскими поверхностями длиной 2-4 км, отходящие от экструзивных куполов кальдеры. Их видимая мощность достигает 80 м. Они залегают на средне-четвертичных игнимбритах. Это темно-серые, иногда черные породы с флюидалной текстурой и мелкопорфировой структурой. Количество вкрапленников до 15%. Они представлены андезитом и единичными зернами гиперстена и моноклинного пироксена. Основная масса имеет гиалопелитовую и витрофировую структуру.

Отложения липаритовых пеплов, песков и пемз образуют поля на площади 1500 км², окружая с запада, юго-запада и северо-запада кальдеру влк.Опала. Наиболее крупный участок площадью 100 км² этих отложений находится в бассейне р.Ковач. Отложения имеют мощность от первых метров до 60 м. Они представляют собой слабосцементированный или рыхлый несортированный материал бело-

го цвета. Размер пемзовых обломков достигает 3 см. При значительной мощности (более 10 м) в них появляется вертикальная призматическая отдельность. По составу, структурным и текстурным особенностям материала они похожи на отложения пирокластических потоков, обычно связанные с кальдерообразующими извержениями. Чаще всего они залегают среди галечников верхнеплейстоценовых водно-ледниковых отложений. По данным радиоуглеродного анализа обугленной древесины из подошвы пеплово-пемзовых отложений /9/, их возраст составляет 30 тыс. лет.

Среди верхнечетвертичных - современных и современных образований наиболее развиты базальты, андезиты-базальты и их шлаки, относящиеся к Южно-Камчатской зоне ареального базальтового вулканизма. Большая часть этой зоны расположена на территории листа. Шлаковые конусы и лавовые потоки группируются в сплошные лавово-шлаковые поля площадью до 1300 км². Ареальная зона формировалась с конца верхнего плейстоцена до исторического времени. По степени сохранности первичных вулканических форм выделены верхнечетвертичные - современные и современные (нижняя и верхняя часть) образования.

К верхнечетвертичным - современным базальтам и их шлакам (βQ_{III-IV}) относятся такие лавовые вулканы как г.Голая к югу от влк.Асача, высота 1082, г.Толмачева, г.Шапка. Диаметр их основания 5-6 км, относительная высота 250-500 м. Они представляют собой многовыходные щитовые вулканы, которые формировались в наиболее раннюю фазу становления ареальной зоны. Они интенсивно задернованы, местами на них отмечается моренная присыпка.

Современное звено

Нижняя часть

Базальты (βQ_{IV}^1), шлаки, андезиты (αQ_{IV}^1) объединяют продукты средней фазы ареального базальтового вулканизма и ранних этапов деятельности стратовулканов Опала и Ходутка, не несущие следов ледниковой экзарации. К ним относятся большая часть продуктов ареального вулканизма, которые формируют базальтовые купола типа г.Плоской и небольшие щитовые вулканы: горы Останец, Ольховая, Отдельная. Диаметры таких вулканов 5-8 км, относительная высота 200-400 м. Кроме того, эти ареальные образования формируют крупные базальтовые поля размером 20x15 км при средней мощности 100-200 м (максимальная дости-

гает 750 м) с многочисленными шлаковыми конусами практически по всей территории. Они не несут следов ледниковой обработки и перекрыты позднейшими базальтовыми образованиями.

На влк.Ходутка породы нижней части голоценового времени представлены андезитами паразитического конуса Приемш (относительная высота 1000 м) и наиболее ранними потоками андезитов основного конуса, которые обнажаются в бортах крупного баранкоса северного склона. Их видимая мощность около 200 м. Ранняя фаза деятельности влк.Опала проявлена базальтовыми излияниями. Базальтовые потоки вскрываются на южном крутом склоне вулкана под позднейшими андезитами и бронируют северный склон. Их предполагаемая мощность 1000-1200 м.

Верхняя часть

К верхней части современных образований отнесены продукты позднейшей деятельности базальтового ареального вулканизма, потоки базальтов (βQ_{IV}^3), андезито-базальтов ($\alpha \beta Q_{IV}^3$), андезитов (αQ_{IV}^3) и андезито-дацитов (αQ_{IV}^3) стратовулканов Горелого, Опалы, Ходутки, а также отложения современных пемзоподов и пирокластических потоков.

Позднейшие шлаковые конусы и базальтовые и андезито-базальтовые потоки нередко венчают небольшие щитовые вулканы ранних фаз ареального вулканизма или окружают их подножия (горы Ольховая, Останец, Отдельная). Нередко они формируют самостоятельные вулканические аппараты. Размеры таких образований как Толмачев Дюл в плане достигают размеров 20х10 км, их мощность равна 400 м. Отдельные шлаковые конусы имеют высоту 200 м и диаметр 800 м. Десятки таких шлаковых конусов и лавовые потоки с них образуют сплошные поля на правобережье Прав.Ходутки, в бассейне руч.Шумного, у северного подножия г.Асача. Лавовые потоки заливают поймы рек.

Потоки поздней фазы деятельности влк.Ходутка имеют базальтовый, реже андезито-базальтовый состав. Они уступами спускаются в долину р.Прав.Ходутка. Мощность фронтальных уступов достигает 100 м. На влк.Опала и в его кальдере (горы Скалистая и Столовая) позднейшие излияния имели андезитовый и андезито-дацитовый состав. Мощность потоков до 100 м. Часть потоков влк.Опалы имеет прямую связь с терминальным нечком.

Наиболее кислые липаритовые пирокластические отложения влк.Опала связаны с образованием кратера Бараний Амфитеатр на

юго-восточном склоне вулкана. Они представлены вулканическим песком и пемзами (αQ_{IV}^3) липаритового состава, мощность которых у вала кратера составляет 100 м, а в 3-5 км на юг и юго-восток первые метры. Часть материала отложилась далеко за пределами кальдеры в бассейне рек Толмачева, Опала. Возраст этих отложений по радиоуглеродному анализу обугленной древесины из подошвы покрова составляет 1490±70 лет (ГИН № 1034).

Кроме того, на юго-востоке площади отмечается значительная по мощности (до 7 м) присыпка пемзоподов исторических извержений влк.Ксудач. Очень мощное извержение произошло в 1907 г. Пемзы (Q_{IV}^3) имеют дацитовый состав.

Среди современных базальтов по составу вкрапленников выделяются оливиновые, плагиоклаз-оливиновые и плагиоклаз-пироксен-оливиновые разновидности. Первые содержат около 10% фенокристаллов оливина, во вторых из 15-20% вкрапленников - оливина 5-10%. Последние состоят из 30% лабрадора, 15% моноклинного пироксена и до 10% оливина. Во вкрапленниках андезито-базальтов появляется гиперстен.

В андезитах и андезито-дацитах содержание фенокристаллов изменяется от 20 до 40% (в андезитах). Среди них отмечены андезин (15-20%), ромбический и моноклинный пироксены (до 5%), роговая обманка (зеленая и базальтическая), биотит. Очень редко наблюдается оливин.

Все верхнеплейстоценовые - голоценовые образования относятся к известково-щелочной серии пород. Некоторые их особенности меняются в зависимости от принадлежности к тому или иному вулканическому центру (табл.5 и 6). Базальты ареального вулканизма, несмотря на громадную площадь распространения, очень близки по химическому составу и обладают минимальными дисперсиями состава по сравнению с базальтами аппаратов центрального типа /14/. Породы влк.Опала выделяются среди одновозрастных вулканитов повышенной щелочностью и значительными содержаниями калия.

Аллювиальные, пролювиальные, пролювиально-делювиальные и озерные отложения (Q_{IV}) широко развиты на площади работ. Аллювиальные отложения представлены лишь русловыми и пойменными отложениями: валунно-глыбовыми в верховьях рек и валунно-галечниковыми - в среднем течении. На отдельных участках долин рек Прав. и Лев.Ходутка валунный и галечниковый материал перекрыт пемзовым песком. Мощность отложений в пойменных террасах не превышает нескольких метров.

Таблица 6

Химический состав лавовых потоков Кжно-Камчатской зоны аркального базальтового вулканизма

Оксиды	Содержание окислов, вес. %										
	обр. А-1509	обр. А-1510	обр. А-1558	обр. А-1509/3	обр. А-75	обр. А-3073/3	обр. 5390	обр. 8622	обр. А-2036	обр. А-3022/1	обр. А-2172
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
SiO ₂	49,12	49,14	49,22	49,32	49,82	49,92	50,48	50,64	50,78	51,26	51,30
TiO ₂	1,10	1,05	0,52	1,08	1,05	0,84	1,08	0,99	1,02	1,13	0,90
Al ₂ O ₃	17,83	17,76	18,10	17,89	17,22	17,89	16,45	17,55	18,33	17,31	16,94
Fe ₂ O ₃	5,64	7,42	2,71	4,39	3,68	1,92	7,57	3,35	2,23	3,71	2,18
FeO	4,14	2,29	7,46	5,23	6,29	7,41	3,16	6,24	6,93	5,68	7,33
MnO	0,18	0,17	0,14	0,19	0,19	0,18	0,11	0,13	0,19	0,21	0,21
MgO	7,06	7,08	9,21	7,18	7,03	7,69	6,67	8,37	6,93	5,53	6,29
CaO	9,10	8,98	9,81	9,36	9,58	9,10	9,51	8,55	9,05	8,72	10,34
Na ₂ O	2,55	2,62	2,71	2,47	2,61	2,62	3,28	2,34	3,08	3,09	2,70
K ₂ O	0,90	0,96	0,83	0,96	0,92	0,84	0,88	0,83	0,97	1,20	0,75
P ₂ O ₅	0,42	0,37	0,16	0,39	0,38	0,21	0,27	0,20	0,31	0,32	0,23
SO ₃	-	-	-	-	-	-	0,08	н/о	-	-	-
CO ₂	0,40	0,40	-	0,30	0,18	0,14	0,01	0,12	-	0,11	0,08
H ₂ O ⁻	1,25	1,10	-	1,04	0,62	0,76	0,01	0,26	0,16	1,04	0,38
H ₂ O ⁺	-	0,36	0,12	0,22	0,24	-	0,42	0,36	0,24	0,50	0,28
Сумма	99,69	99,70	100,99	100,02	100,11	99,52	99,98	99,93	100,22	99,81	99,91

Продолжение табл. 6

Оксиды	Содержание окислов, вес. %										
	обр. А-128	обр. А-3073/1	обр. А-1546	обр. А-1649/1	обр. А-3061/1	обр. А-1008/2	обр. 3231	обр. А-3064	обр. А-2073	обр. 8165	обр. 8166
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SiO ₂	51,40	51,42	51,46	51,50	51,52	51,58	52,40	52,44	52,70	52,74	53,34
TiO ₂	1,08	1,05	0,99	1,03	1,01	1,02	0,81	1,14	1,06	1,04	0,39
Al ₂ O ₃	16,88	17,79	18,19	17,33	17,39	17,84	19,10	16,89	16,70	18,78	17,75
Fe ₂ O ₃	2,62	4,13	4,77	6,56	2,08	2,43	2,36	5,31	4,73	3,76	5,36
FeO	6,69	5,40	4,73	2,76	7,39	6,62	6,65	4,00	4,71	5,24	3,53
MnO	0,19	0,20	0,19	0,16	0,20	0,14	0,03	0,20	0,19	0,06	0,11
MgO	6,29	4,97	5,04	6,79	6,54	6,65	4,86	5,24	5,79	3,22	5,14
CaO	9,04	9,56	9,11	8,23	9,50	8,97	8,91	8,06	8,06	9,81	7,15
Na ₂ O	3,08	2,90	3,08	2,89	2,79	3,02	3,21	3,40	3,28	3,37	2,68
K ₂ O	1,03	0,96	1,09	1,20	0,92	0,90	1,48	1,27	1,32	1,22	1,80
P ₂ O ₅	0,42	0,23	0,35	0,37	0,26	0,32	0,20	0,50	0,30	0,40	0,30
SO ₃	-	-	-	-	-	н/о	-	-	-	н/о	н/о
CO ₂	-	0,24	-	-	0,13	0,10	-	0,07	0,13	0,16	0,12
H ₂ O ⁻	0,58	0,58	0,68	1,17	0,18	0,12	-	0,83	0,63	0,12	0,23
H ₂ O ⁺	0,24	0,34	0,34	0,16	0,18	0,22	0,22	0,24	0,42	0,29	1,84
Сумма	99,54	99,77	100,02	100,15	100,09	99,93	100,23	99,59	100,02	100,21	99,74

Примечание. Образцы А-1509, А-1510, А-1509/3 – базальты, р.Прав.Ходутка; обр.1158 – базальт, р.Зап.Ходутка; образцы А-75, А-3022/1, А-3001/1 – базальты, р.Прав.Ходутка; обр.3073/3 – базальт, руч.Медвежий; обр.5390 – базальт, р.Ужич; обр.8622 – базальт, озеро Толмачева; обр.А-2036 – базальт, г.Останец; обр.А-2172 – базальт, озеро Срединное; обр.А-1649/1 – базальт, истоки р.Прав.Саван; обр.А-3001 – базальт, р.Прав.Ходутка; обр.1008/2 – базальт, р.Рыбная; обр.3231 – базальт, р.Зап.Ходутка; обр.А-3064 – базальт, руч.Озерный Ключ, высота 571; обр.А-2073 – базальт, г.Отдельная; образцы 8165, 8166 – андезитобазальт, оз.Чаша.

Анализы 1, 2, 4, 6, 15 – выполнены в химической лаборатории Института вулканологии аналитиком Л.И.Карташевой. Анализы 3, 18 выполнены аналитиком В.Г.Котовой, анализы 5, 10, 16, 9, 11, 12, 13, 14, 19, 20 выполнены Г.П.Новоселецкой, анализ 7 выполнен М.Д.Яроцкой, анализы 8, 17 – аналитиком Т.А.Череповой, анализы 21, 22 – аналитиком Г.П.Олейник в Центральной лаборатории Камчатского ПГО.

Пролувиальные отложения слагают подножия стратовулканов Ходутки, Опалы, Асачи. Они нередко заполняют впадины в полях ареального вулканизма. У подножий вулканов они формируют равнины, прорезанные оврагами, в которых видимая мощность отложений достигает 25 м. Чаще всего они залегают на водно-ледниковых образованиях. В их составе участвуют перелотложенный пирокластический преимущественно пемзовый материал, супеси, галечники, валунники, иногда глыбы. Часто встречаются суглинистые гумусированные прослои захороненных почв мощностью 0,1–0,05 м, фиксирующие, видимо, перерывы вулканической активности. На влк.Опала в нижних частях склонов конуса и у подножия отчетливо дешифрируются струи лахаровых потоков. Возраст остатков древесины в этих отложениях у западного подножия влк.Ходутка согласно данным радиоуглеродного определения остатков древесины составляет 2220 ± 40 лет (ГИН № 2483).

Пролувиально-делювиальные отложения представлены валунно-глыбовыми и щебенчатыми отложениями, которые образуют шлейфы мощностью 10–20 м у бортов кальдеры Опалы, вдоль склонов долины руч.Озерный, мощные до 15 м чехлы с наклонными поверхностями в долине р.Порожистой. Верхние части чехлов (2–3 м) сложены перелотложенными рыхлыми пемзами современных пемзопадов.

Характер разрезов отложений, заполнявших многочисленные озерные котловины: Толмачев Дол, кальдеру влк.Опала, Григорьевские озера и другие, – свидетельствует о их смешанном озерно-пирокластическом генезисе. Они представлены довольно тонким (5–10–20 см) переслаиванием пемзового песка, суглинков, супесей, глин с редкими прослоями галечников. В истоках руч.Озерный Ключ в озерных отложениях отмечаются мощные (до 1 м) торфяники с тонкими прослоями пемз и гумусированные прослои суглинков толщиной до 10 см. Видимые мощности вскрытых отложений не превышает 10 м (в кальдере Опала). Площади их полей колеблются от 1–2 до 10–20 км². В их основании залегают водно-ледниковые отложения. Озерные отложения кальдеры Опалы содержат остатки диатомей, которые характеризуют климатические условия начала голоцена.

ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

На территории листа широко развиты плиоценовые и четвертичные субвулканические тела, экструзии и дайки, принадлежащие различным системам разновозрастных вулканических аппаратов.

Плиоценовые субвулканические тела и дайки ($\alpha, \beta, \gamma, N_2$)

Плиоценовые субвулканические тела дифференцированы по составу от базальтовых до дацитовых. Наиболее распространены тела сложного строения, состав которых изменяется от диоритовых порфиритов до андезитов. Они вскрываются во врезях стратовулканов алнейской серии: Хетик, Скалистая, Саван, Прав.Ходутка. Они прорывают березовскую свиту и вулканогенно-осадочные отложения алнейской серии на р.Саван. Вмещающие породы уплотнены, обожжены в зоне мощностью в первые метры. Форма тел в плане неправильная; их площадь не превышает 40 км². Взаимоотношения тел с вулканитами алнейской серии носят секущий характер. Дайки-апофизы этих тел прорывают эффузивно-пирокластические образования. Тела эродированы на глубину до 600 м. Как правило, их апикальные части сложены андезитоидными разновидностями, близкими по составу и структуре покровным андезитам. В этих же частях субвулканических тел отмечены фации автомагматических брекчий (р.Прав.Саван и правобережье р.Лев.Ходутка). В нижних частях видимых врезов преобладают диоритовые порфириты. Основная масса в них имеет призматическислизернистую структуру в сочетании с микропегматитовой. Они содержат 20–25% вкрапленников андезина, в меньшей степени присутствуют

ромбический и моноклинный пироксены, роговая обманка. Встречаются роговообманковые и пироксеновые разновидности этих пород. Андезиты субвулканических тел отличаются от диоритовых порфиритов гиалопилитовой структурой основной массы с пятнами гранофировой структуры.

Породы более основного состава – долеритового, габбро-долеритового, андезито-базальтового слагают крупное субвулканическое тело в истоках р. Прав. Ходутка. Его площадь в плане 13–15 км². Оно вскрыто эрозией на глубину более 500 м. Во врезках наблюдается дайково-блоковое строение субвулканического тела. Оно состоит из пакетов смежных даек мощностью от 2 до 15 м. Дайки отличаются составом и структурой. Тело сопровождается большим количеством даек-апофиз, секущих толщу вулканитов алнейской серии. Для пород, слагающих тело, характерна крайняя структурная неравномерность: сочетание габбровой, габбро-диабазовой, долеритовой и интерсертальной структур. Габбро-долериты состоят из лабрадора (60%), моноклинного и ромбического пироксена; редко наблюдаются оливин и роговая обманка. В интерстициях отмечается кварц-калишпатовый агрегат. Породы нередко окварцованы и пропилитизированы.

Плиоценовые субвулканические тела дацитов и андезито-дацитов закартированы в бассейне рек Федотовой и Асача. Их размеры в бассейне р. Федотовой от сотен м² до 2–3 км². На правом берегу р. Асачи они формируют субвулканический массив площадью 10–15 км². Вмещающими породами для них служат отложения алнейской серии и березовской свиты. Тела сложены флюидальными породами, следы течения в которых имеют крутые углы падения. В них наблюдаются многочисленные гомеогенные включения. Порфировые выделения в андезитах (15–25% породы) представлены андезином, редко моноклинным пироксеном. Основная масса имеет микрофельзитовую, редко гиалопилитовую структуру. Дациты близки андезитам по составу, но отличаются меньшим количеством вкрапленников. Для пород характерно наличие пятен кварц-калишпатового состава. Вдоль тектонических трещин породы окварцованы и в отдельных случаях (Асачинское проявление) содержат кварц-адуляровые жилы и прожилки с золоторудной минерализацией. Абсолютный возраст дацитов согласно калий-аргоновому определению составляет 4–5,7 млн. лет (см. табл. табл. 12).

Плиоценовые дайки образуют дайковые поля на участках выходов плиоценовых субвулканических тел андезитов, диоритовых порфиритов, габбро-долеритов в пределах жерловых фаций плиоценовых

Таблица 7

Химический состав плиоценовых субвулканических тел и даек

Окислы	Содержание окислов, вес. %												
	обр. 4250	обр. АК-15	обр. АК-17	обр. АК-19	обр. 218	обр. 635/6а	обр. 187	обр. 167	обр. 161-Б	обр. 1097	обр. 4730	обр. 1285	обр. 4012
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	50,22	58,22	58,40	58,72	48,52	51,10	46,32	51,68	53,52	55,12	55,12	65,56	66,43
TiO ₂	1,13	0,89	0,76	0,62	0,94	1,02	0,76	0,70	0,76	0,52	0,94	0,71	0,43
Al ₂ O ₃	17,74	16,52	17,62	16,13	15,78	15,69	12,91	19,46	18,40	16,82	17,53	15,65	16,80
Fe ₂ O ₃	8,31	4,66	5,84	2,84	5,24	4,63	4,24	5,41	6,88	5,43	5,78	1,64	1,68
FeO	3,13	3,71	2,56	3,20	5,53	6,44	6,61	3,62	1,71	2,30	3,42	3,09	2,58
MnO	0,14	0,11	0,12	0,11	0,16	0,21	0,13	0,18	0,17	0,19	0,13	0,10	0,06
MgO	5,14	3,63	2,92	2,52	6,44	6,45	10,48	4,78	3,72	2,32	3,43	1,33	1,37
CaO	8,97	5,75	6,03	5,61	10,68	9,81	12,34	9,62	7,29	10,23	7,68	3,53	2,41
Na ₂ O	3,19	3,32	3,07	3,32	2,51	2,25	1,69	2,80	2,90	2,76	3,32	3,37	3,34
K ₂ O	1,08	2,10	1,80	1,80	0,73	0,60	0,80	1,76	1,76	1,80	1,60	3,00	2,59
P ₂ O ₅	0,21	0,15	0,20	0,14	0,06	0,07	0,09	0,33	0,25	0,19	0,23	0,26	1,20
SO ₃	0,29	0,05	0,16	-	0,30	-	-	-	-	-	0,08	0,14	0,29
CO ₂	0,03	0,01	0,05	3,19	0,26	0,06	0,06	0,01	0,34	0,16	0,02	0,13	0,11

Продолжение табл.7

Окислы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
H ₂ O ⁻	0,23	0,35	0,41	0,32	1,96	0,31	2,17	0,51	0,91	1,58	0,06	1,30	0,39
H ₂ O ⁺	0,52	0,60	0,52	1,24	1,18	0,61	1,43	0,72	1,75	1,48	0,92	0,14	1,20
Сумма	100,33	100,07	100,46	99,76	100,29	99,25	100,03	100,58	100,36	100,90	100,26	99,95	100,87

Примечание. Обр.4250 - долерит, влк.Б.Иголки; образцы АК-15, АК-17 - андезиты, руч.Шумный, влк.Хетик; обр.АК-19 - диоритовый порфирит, там же; обр.218 - габбро-норит, влк.Прав.Ходутка; обр.635/6а - базальт, дайка, там же; обр.187 - амфиболит (ксенолит), влк.Саван; образцы 167, 161-В - габбро-долериты, там же; обр.1097 - диоритовый порфирит, там же; обр.4730 - андезит, там же; образцы 1285, 4012 - дациты, массив р.Асача.

Анализы I-II выполнены в ЦИ МГО анализником М.Д.Яроцкой, I2 - Г.М.Телятниковой, I3 - Г.В.Борзиной.

палеовулканов Прав.Ходутка, Бол.Иголки, Лев.Карымчина. Для них характерен преимущественный базальтовый и андезито-базальтовый состав. Мощность даек 2-5 м. Их простираение незакономерно, часты взаимопересечения. Обычно они прослеживаются по простираению на десятки метров.

Петрохимические особенности большинства тел и даек близки эффузивам алнейской серии (табл.7 и I). Наибольшее тождество проявлено между субвулканическими телами и лавами одного палеовулканического аппарата.

Плиоценовый возраст субвулканических тел и даек определяется на том основании, что они секут образования алнейской серии и перекрыты нижнечетвертичными эффузивами.

Нижнечетвертичные субвулканические тела и дайки (β, α, Q_T)

Тела и дайки, принадлежащие питающим системам таких нижнечетвертичных вулканов как Бол.Ипелька, Древняя Опала, Сыпучая, вскрываются в эрозионных кальдерах, во врезках склонов, в бортах кальдер. Субвулканические тела сопровождаются крупными дайковыми полями. Наиболее широко они развиты и обнажены в эрозионной кальдере влк.Бол.Ипелька, где площадь их распространения составляет 35-40 км². Площадь субвулканических тел колеблется от 1 до 10 км². Контактное воздействие как даек, так и тел на вмещающие эффузивно-пирокластические породы носит характер обжига. Мощность обожженных и уплотненных пород на контакте до 10 см. Нередки агломератовые фации эндоконтактов. Отмечаются переходы даек в лавовые потоки. Мощность даек 1-3 м, протяженность - десятки - сотни метров. Типично ветвление даек.

В составе тел и даек преобладают базальты, аналогичные по составу базальтам лавовых покровов. В меньшей степени встречаются андезиты. Из полнокристаллических разновидностей пород отмечены габбро-долериты с порфиroidной призматическозернистой структурой. Порфиroidные и порфировые выделения представлены лабрадором, образующим кристаллы длиной в 4 мм, моноклинным пироксеном оливином и магнетитом. Акцессорный минерал - апатит.

В андезитах среди порфировых выделений отмечены преимущественно андезин-лабрадор (до 30%), моноклинный пироксен, гиперстен и роговая обманка. Части их гломеропорфировые сростки и гомогенные включения. Основная масса имеет гиалопилитовую и микрофельзитовую структуры. Вторичные минералы, развитые в сла-

Таблица 8

Химический состав нижнечетвертичных
субвулканических тел и даек

Окислы	Содержание окислов, вес. %						
	обр. 357	обр. 4376	обр. 4888	обр. 4373	обр. В-1038	обр. 7742/2	обр. 7993/1
	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	50,66	49,28	50,22	57,30	59,60	51,80	51,80
TiO ₂	1,42	1,26	1,18	0,79	0,70	0,97	0,67
Al ₂ O ₃	16,96	17,80	18,54	16,78	20,07	19,36	19,40
Fe ₂ O ₃	3,89	4,14	6,02	5,29	1,97	2,92	3,91
FeO	7,29	5,98	5,37	2,97	2,74	6,45	4,57
MnO	0,15	0,16	0,14	0,16	0,32	0,14	0,09
MgO	5,14	5,44	4,23	3,73	1,14	4,03	5,24
CaO	8,83	8,55	8,69	6,17	6,20	8,41	8,83
Na ₂ O	2,47	2,65	3,32	3,07	2,04	3,03	2,70
K ₂ O	1,20	1,80	1,87	2,16	2,48	1,43	1,20
P ₂ O ₅	0,30	0,41	0,32	0,32	0,30	0,45	0,27
SO ₃	-	0,18	0,29	0,24	-	0,09	0,05
CO ₂	-	0,05	0,09	0,03	0,55	0,07	н/о
H ₂ O ⁻	0,16	0,39	0,08	0,04	0,90	0,01	0,50
H ₂ O ⁺	0,94	2,16	0,05	0,92	0,56	0,72	0,80
Сумма	99,41	100,25	100,41	99,97	99,57	99,88	100,03

П р и м е ч а н и е. Обр.357 - габбро-долерит, г.Острая, бассейн р.Асача; образцы 4376, 4888 - базальты, дайки, жерловины, истоки р.Удочки, влк.Бол.Ипелька; обр.4373 - андезит, там же; обр.В-1038 - андезит /10/, там же; образцы 7742/2, 7993/1 - долериты, дайки, влк.Лев.Карлыгина.

Анализы 1-4, 6, 7 выполнены в ЦИ КИО аналитиком М.Д.Яроцкой.

бой степени, представлены карбонатом, хлоритом, гидрослюдами, глинистыми минералами.

Породы субвулканических тел и даек имеют петрохимические особенности лав аппаратов, которым они принадлежат (табл.8 и 2). Например, породы субвулканических тел и даек Бол.Ипельки, как и покровы этого вулкана, отличаются большей щелочностью, чем нижнечетвертичные образования восточных частей территории.

Раннечетвертичный возраст тел и даек определяется на основании их принадлежности нижнечетвертичным вулканам.

Среднечетвертичные субвулканические тела
и дайки (β, α, ζ, λ Q_{II})

Базальты, андезиты, дациты и липариты, участвующие в строении тел и даек, слагают питающие системы среднечетвертичных вулканов Круглая, Пиратковский Пик, IOI2, Удочка. Площадь субвулканических тел редко превышает 3-5 км². Наиболее крупные тела андезитов площадью около 10 км² прорывают нижнечетвертичные базальты щитового влк.Темный к востоку от кальдеры влк.Опапа. На г.Круглой базальты образуют небольшие нейки, андезиты влк. IOI2 формируют внутривулканические тела, имеющие тот же состав и структурные особенности, что и потоки андезитов этого же вулкана. Флюидальные липариты субвулканического тела на северном склоне этого вулкана совершенно аналогичны по составу липаритовым игнимбритами северных склонов вулкана. Небольшое поле базальтовых даек встречено в привершинной части влк.Пиратковский Пик. Петрографический состав и петрохимические особенности субвулканических тел и даек (табл.9 и 3) те же, что и у лавовых покровов среднечетвертичных аппаратов.

Средне-верхнечетвертичные экструзии и
субвулканические тела (ζ, α Q_{II-III})

Экструзии и субвулканические тела участвуют в строении средне-верхнечетвертичного влк.Асача. Субвулканическое тело андезитов, принадлежащее верхней зоне питающей системы аппарата, вскрывается в стенках цирка на вершине г.Асача. Его площадь около 2,5 км². Оно представляет собой комплекс сопряженных даек андезитов мощностью 1-3 м, который сопровождается отдельными дайками-апофизами, внедренными в пирокластические отложения вулкана. Для отдельных даек субвулканического тела характерны брекчие-

Таблица 9

Химический состав среднечетвертичных
субвулканических тел

Оксиды	Содержание оксидов, вес. %					
	обр. 199	обр. 235	обр. 2023	обр. 7552/1	обр. 4661	обр. 7635
	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	55,16	57,26	60,12	58,42	59,38	66,36
TiO ₂	0,81	0,84	0,76	0,58	0,76	0,27
Al ₂ O ₃	16,60	14,22	15,42	18,58	16,58	15,85
Fe ₂ O ₃	3,76	5,64	3,60	3,22	3,83	2,02
FeO	4,34	4,15	3,41	3,31	3,39	1,68
MnO	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,12
MgO	4,83	4,33	3,52	1,91	2,62	3,53
CaO	7,71	8,13	7,71	5,75	6,03	2,60
Na ₂ O	2,90	2,88	2,50	4,04	3,55	4,52
K ₂ O	1,44	1,45	1,50	1,80	2,20	2,70
P ₂ O ₅	0,16	0,14	0,15	0,31	0,23	0,15
SO ₃	0,45	-	0,06	0,28	-	0,22
CO ₂	0,64	0,01	0,07	0,06	0,02	0,04
H ₂ O ⁻	0,46	0,50	0,40	0,70	0,06	0,03
H ₂ O ⁺	0,70	0,89	0,61	1,16	0,30	0,09
Сумма	100,09	100,56	99,94	100,23	99,05	100,18

П р и м е ч а н и е. Обр.199 - андезит, влк.Круглая;
обр.235 - андезит, влк.1012; обр.2023 - дацит, влк.1012;
обр.7552/1 - андезито-дацит, р.Сред.Опала, влк.1016 (г.Темная);
обр.4661 - андезито-дацит, левый борт руч.Первый Ключ, влк.1016
(г.Темная); обр.7635 - дацит, там же.

Анализы выполнены в ЦИ КПО аналитиком М.Д.Яроцкой.

вые фации эндоконтактов. У северного подножия вулкана закартировано два подобных тела.

На южном склоне вулкана находится дацитовый купол (высота 1345). Его относительное превышение 450 м, площадь основания 5 км². На склонах купола преобладают протяженные гребни дацитов.

Андезиты - порфировые породы с содержанием вкрапленников от 5 до 20%. Они представлены андезином, в меньшей степени моноклином пироксеном, гиперстеном и роговой обманкой. Структура основной массы гиалопилитовая с участками криптопегматитовой структуры. Порфировые выделения дацитов (до 10%) по составу не отличаются от андезитов. Основная масса имеет витрофировую структуру.

Петрохимические особенности субвулканических тел и экстрезий влк.Асача близки особенностям ее лавовых потоков - они недонасыщены щелочами, Na₂O резко преобладает над K₂O (табл.5).

Верхнечетвертичные экстрезии (1, 2, 3, 4, 5, 6)

Экстрезии сложены дацитами и андезито-дацитами, липаритами. Они имеют характерную купольную форму, изометричны в плане, их относительная высота не превышает 200 м, а диаметр основания - 1 км. На вершине отдельных куполов видны характерные концентрические валы напора. Их периферические части переходят в лавовые потоки. Подобные экстрезии находятся вдоль западного обрыва кальдеры влк.Горелого. Часть из них прервана обрывом кальдеры, а некоторые расположены в кальдерной депрессии. Один из куполов наблюдается у вершины влк.Гора Туманов, небольшая экстрезия находится на северо-западном склоне г.Асача. Они сложены черными или темно-серыми флюидальными породами с небольшим количеством вкрапленников (5-15%), представленных главным образом андезином; редко встречается гиперстен и моноклиновый пироксен. Основная масса имеет гиалопилитовую, витрофировую и микрофельзитовую структуры. Породы экстрезий кальдеры влк.Горелого, как и среднечетвертичные игнимбриты на ее склонах, отличаются повышенной щелочностью (табл.10 и 4). Позднечетвертичный возраст дается этим образованиям на том основании, что экстрезии прорывают и перекрывают средне- и верхнечетвертичные вулканы и несут следы позаднечетвертичного оледенения.

Таблица 10

Химический состав четвертичных экструзий

Оксиды	Содержание оксидов, вес. %					
	обр. 7828	обр. 7871	обр. 10	обр. 4109	обр. 4139	обр. 5040
	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	63,66	64,48	70,44	58,98	65,84	73,60
TiO ₂	0,70	0,55	0,41	0,76	0,52	0,22
Al ₂ O ₃	15,72	16,16	13,61	17,09	15,96	13,63
Fe ₂ O ₃	2,54	2,99	1,57	3,25	3,37	0,96
FeO	3,32	3,33	2,36	4,27	2,00	1,03
MnO	0,08	0,12	0,06	0,11	0,08	0,02
MgO	2,02	1,91	1,51	3,33	2,12	0,91
CaO	5,61	4,06	2,81	6,03	3,79	1,12
Na ₂ O	3,81	4,04	4,46	3,77	2,76	4,04
K ₂ O	1,91	2,03	2,26	2,03	3,38	3,60
P ₂ O ₅	0,21	0,22	0,06	0,24	0,17	0,03
SO ₃	0,14	0,17	0,20	0,13	0,08	0,19
CO ₂	n/o	0,06	0,01	0,01	0,01	0,03
H ₂ O ⁻	0,24	0,01	0,65	0,21	0,11	0,15
H ₂ O ⁺	0,19	0,25	0,06	0,26	0,06	0,34
Сумма	100,15	100,38	100,47	100,47	100,25	99,87

Примечание. Образцы 7828, 7871 – дациты, влк. Асача (Q_{II-III}); обр. 10 – липарит, маар у западного подножия влк. Ходутка (Q_{IV}); обр. 4109 – андезит, г. Скалистая, влк. Опала (Q_{IV}); обр. 4139 – дацит, некк, вершина влк. Опала (Q_{IV}); обр. 5040 – липарит, влк. Опала (Q_{IV}), "Бараний Амфитеатр".

Анализы выполнены: 1 – аналитиком В.Г. Олейник; 2–6 – М.Д. Яроцкой в ЦЛ КНГО.

Современные экструзии и дайки (β, α, αζ, λ, Q_{IV})

Голоценовые экструзии различного состава развиты в зоне подножий голоценовых стратовулканов Опала и Ходутка. Они не всегда куполовидны, некоторые из них имеют уплощенные вершины. У них сохранились обломочные мантии, наблюдаются связанные с их образованием отложения горячих лавин: грубообломочный материал с корочками фумарольных эксгалаций у подножий экструзий. В некоторых случаях на вершинах встречаются мелкие взрывные воронки или концентрические валы напора. Часть экструзий размещается в современных диатремах диаметром 1–2 км. Диаметры куполов колеблются от 0,4 до 1 км, относительное превышение достигает 300 м.

Единичные купола базальтов отмечаются среди шлаковых конусов ареального вулканизма. К экструзиям относятся также нежки современных стратовулканов. Они имеют небольшие размеры в поперечнике: десятки – первые сотни метров. Их относительная высота достигает 200 м.

У подножия влк. Ходутка отмечается три купола, два из них – андезитовые, один – липаритовый. Он заполняет диатрему диаметром 1 км у основания западных склонов. Кроме того, на вершине вулкана и паразитического конуса Приемш наблюдаются нежки андезитового и базальтового состава.

В кальдере Опала находятся два купола: горы Скалистая и Столовая, сложенные биотитсодержащими андезитами. Их эффузивные и обломочные фации перекрыли современные озерные отложения. В нижней части юго-восточного склона вулкана, в крупном современном кратере Бараний Амфитеатр с диаметром 2 км расположена липаритовая экструзия. Экструзии того же состава внедрились в восточный борт кальдеры. На вершине вулкана расположен андезито-дацитовый некк диаметром 500 м и высотой около 200 м, непосредственно связанный с позднейшими потоками того состава.

Современные дайки базальтового состава наблюдались на крупных шлаковых конусах. Их мощность около 5 м, протяженность до 200 м. Своеобразная дайка-некк, сложенная андезито-базальтовыми кластолавами, на западном склоне кальдеры влк. Горелого имеет длину около 1,5 км и мощность около 10 м.

Петрохимический и петрографический состав пород некков и даек идентичен лавам вулканов и ареальных базальтов (табл. 6).

Экструзии отличаются весьма неравновесным составом. Андезиты куполов влк. Опала содержат во вкраплениях (20–40% объема породы) плагиоклаз (15–20%) с вросками калишпата, ромбический

и моноклинный пироксен, роговую обманку, биотит и оливин. Основная масса имеет гиалопилитовую структуру с участками витрофировой. Для андезитов влк.Ходутка биотит, калишпат и оливин не характерны. Их порфировые выделения представлены плагиоклазом и пироксенами.

Липариты экструзий – пористые, флюидальные, часто пемзовидные, полувспученные породы с небольшим содержанием вкрапленников (не более 10%), представленных андезином, бурым биотитом. В липаритах влк.Ходутка кроме этих минералов встречены роговая обманка и моноклинный пироксен. Основная масса витрофировая.

Породы экструзии имеют петрохимические особенности, близкие лавам вулканических аппаратов, которым они принадлежат. Например, экструзии влк.Опала, эффузивно-пирокластическим фациям которого присуща повышенная щелочность по сравнению с породами иных современных аппаратов, также характеризуются относительно высокими содержаниями окислов щелочных металлов (табл.10 и 5).

Гидротермально-измененные породы

Гидротермально-измененные породы образуют довольно многочисленные, но небольшие поля. В большинстве своем они тяготеют к разновозрастным субвулканическим телам. Самые крупные из полей наблюдаются среди плиоценовых образований и в то же время приурочиваются к секущим их тектоническим нарушениям. Наиболее характерными породами, образующими поля, являются пропилиты и вторичные кварциты. Среди субвулканических тел четвертичного возраста, развитых в верхних (часто прикратерных) зонах питающих систем вулканов, наблюдаются опализированные, каолинизированные, огипсованные разности пород.

Одна из самых крупных зон измененных пород связана с плиоценовыми андезитами и диоритовыми порфиритами г.Скалистой. Ее площадь в плане около 10 км². Большая ее часть сложена пропилитами. Вдоль тектонических трещин породы превращены в монокварциты, кварц-адунитовые и кварц-серпичитовые породы. Мощность подзон вторичных кварцитов не превышает 5–10 м. Подобное же строение имеет зона измененных пород в истоках р.Хетик. Породы вторичных кварцитов в обеих зонах содержат золотую минерализацию.

В истоках р.Прав.Ходутка зоны разрывов среди пропилитизированных долеритов, габбро-долеритов, андезитов плиоценового субвулканического тела контролируют положение кварцевых, кварц-карбонатных жил и прожилков различной мощности: от нитевидных

до 2–3 м, которые формируют на отдельных участках штокверки площадью до 0,5 км². Жилы не несут сколько-нибудь значительной рудной минерализации. Подобные зоны прожилкования, но меньших параметров наблюдались среди субвулканических тел плиоценового и четвертичного возраста на реках Лев.Саван, Прав.Опала, Сред.Опала.

Наибольший практический поисковый интерес представляют в настоящее время зоны гидротермально-измененных пород среди плиоценовых дацитовых и андезито-дацитовых субвулканических тел на левобережье р.Асачи. Вдоль разлома северо-восточного простирания породы этих тел на протяжении 5 км участками пропилитизированы. Характерной особенностью пропилитов является широкое развитие адуляра. Непосредственно в зонах разрывов, опирающихся на нарушение, пропилиты замещаются маломощными (первые метры) вторичными кварцитами или секутся кварц-адуляровыми жилами и прожилками, золоторудными на участке Асачинского рудопоявления.

В более молодых плейстоценовых образованиях – на вершине г.Асача, на высоте 1012 – изменения выражены в каолинизации, пиритизации, главным образом по трещинам в породах. Площадь измененных участков 3–6 км². На вершине г.1012 установлено несколько кварц-халцедоновых жил мощностью до 0,3 м, протяженностью до 10 м.

Небольшие по площади (1х0,3 км) зоны фумарольно-измененных пород отмечены у вершинных неггов и в стенках кратеров вулканов Ходутка и Опала. Породы превращены в опаловидные кварциты, содержащие пирит и вкрапленность серы; по трещинам в них отмечены жилы гипса мощностью до 15 см в раздувах. На вершине влк.Опала наблюдалось выполнение трещины длиной до 1 м самородной серой. Обломки самородной серы размером до 10 см наблюдались в делювиальных свалах у стен кратера влк.Ходутка.

Позднейшая гидротермальная деятельность обусловила довольно широкое развитие халцедоновых корок толщиной до 10 см в потоках влк.Приемыш, халцедоновых травертинов на обширной Ходуткинской термальной площадке.

Формирование зон гидротермально-измененных пород на территории листа было генетически сопряжено с образованием разновозрастных вулканических аппаратов. Выявленные наиболее перспективные рудопоявления золота непосредственно связаны с участками измененных пород среди плиоценовых субвулканических тел. По данным определения абсолютного возраста (табл.11) калий-аргоновым методом кварц-адуляровых жил Асачинского рудопоявления (7 определений), время рудообразующих процессов составляет 5,8–11,0 млн.лет /24/, что противоречит более молодому возрасту пород субвулканических тел, вмещающих рудоносные жилы (табл.12).

Таблица 11

Абсолютный возраст субвулканических тел и кварц-адуляровых жил Асачинского участка
(ШШ ШТО Бурятгеология)

Номер образца	Место взятия образца	Порода	$Ag^{40} \cdot 10^{-9}$, г	K, %	$\frac{Ag^{40}}{K^{40}}$	Абсолютный возраст, млн. лет
973	руч. Асачинский	Липарито-дацит	2,61	2,81	0,000469	8,5
K-112	участок Асаца	Кварц-адуляровая жила	1,68	2,81	0,000490	8,8
K-151-4	Там же	Кварцевая жила	4,02	6,74	0,000489	8,8
K-151-A	"	Дациит	3,91	6,74	0,000476	8,6
K-152-6	"	Кварц-адуляровая жила	2,01	4,45	0,000324	5,8
K-152-27	"	То же	2,08	4,45	0,000328	5,9
K-152-A	"	"	2,79	3,54	0,000370	6,7
			2,87	3,54	0,000383	6,9
			2,67	3,57	0,000646	11,5
			2,74	3,57	0,000664	11,9
			2,36	4,30	0,000612	11,0
			2,43	4,30	0,000628	11,2
					0,000450	8,0
					0,000463	8,2

Таблица 12

Абсолютный возраст субвулканических тел Асачинского участка
(данные Лаборатории геохронологии ИГЕМ АН СССР)

Номер лабораторный	Номер образца	Порода	Содержание			Абсолютный возраст, млн. лет
			K, %	радиогенного Ag , м/г	$\frac{Ag^{40}}{Ag^{40} \text{ общ.}}$, %	
10347	K-247	Валовая проба	3,87±0,04	1,1±0,1	19;33	4,0±1,0
10346	I279	Валовая проба	2,59±0,04	1,0±0,1	50;51	5,7±1,5

Примечание. Расчет возраста проведен по единым константам, рекомендованным Международной подкомиссией по геохронологии в 1976 г. на геологическом конгрессе в Австралии.

ТЕКТНИКА

Региональная тектоническая позиция территории сложна и противоречива. Согласно общепринятым представлениям она целиком входит в Южно-Камчатский антиклинорий /4/ и находится на южном продолжении Центрально-Камчатской структурно-фациальной зоны. Существует взгляд на эту площадь как на район южного окончания Центрально-Камчатского вулканического пояса /2/ и сочленения его с плиоцен-четвертичным Восточно-Камчатским вулканическим поясом /23/. Некоторые исследователи склонны выделять Южную Камчатку в самостоятельную вулканическую зону /10/.

Изученные образования целиком относятся к кайнозойскому вулканическому поясу и образуют единый структурный ярус. В его пределах с различной степенью вероятности можно выделить пять структурных подъярусов. К первому относятся отложения березовской свиты, второй подъярус объединяет вулканические аппараты и вулканогенно-осадочные фации алнейской серии, к третьему подъярусу относятся нижне- и среднечетвертичные вулканы и покровные образования (игнимбриты, лавово-пемзовые отложения, связанные с образованием кальдер) средне-позднечетвертичного возраста. Четвертый структурный подъярус образуют средне-верхнеплейстоценовые и голоценовые стратовулканы. Верхний структурный подъярус объединяет образования ареального вулканизма и рыхлые вулканогенно-осадочные отложения.

Непрерывность проявлений вулканизма во времени в течение кайнозоя, одновременность разных типов вулканического процесса сделали подобное структурное подразделение во многом условным. Относительно спокойная тектоническая обстановка, отсутствие высокоамплитудных вертикальных перемещений в позднем кайнозое позволяют достоверно выделять на территории листа границы неогеновых и плейстоценовых вулканических аппаратов /15/ уже на геоморфологической стадии изучения рельефа (рис.2).

Отложения первого структурного подъяруса вскрыты на ограниченной площади в юго-восточной части площади листа, где они обнажаются в наиболее приподнятых блоках в бассейнах рек Асача и Лев.Ходутка. В редких обнажениях отмечены спокойные складки с пологим падением пластов на крыльях. Вблизи тектонических нарушений наблюдаются крутые углы падения (до 30°). Различный состав и плотность пород приводят к горизонтальным сдвигам внутри пачек.

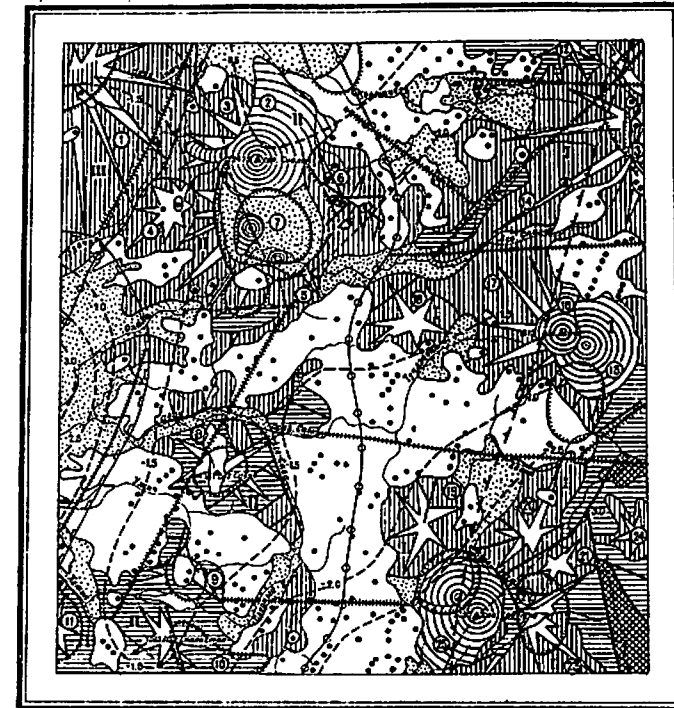


Рис.2. Тектоническая схема с элементами палеовулканических и вулканоструктурных реконструкций

1-6 - подъярусы кайнозойского (неоген-четвертичного) структурного яруса: 1 - первый подъярус, 2 - второй подъярус, 3 - третий подъярус, 4 - четвертый подъярус, 5-6 - пятый (верхний) подъярус: 5 - верхне-четвертичные современные образования ареального базальтового вулканизма (точки - конкретные шлаковые конусы), 6 - рыхлые верхнечетвертичные-современные терригенные отложения; 7 - плиоцен-среднечетвертичные вулканические аппараты; 8 - уступы кальдер; 9 - разрывы (а - установленные, б - линейные, возможно, тектонического происхождения); 10 - границы региональных вулканических цепей; 11 - граница Голыгинского прогиба; 12 - границы локальных наиболее интенсивных аномалий силы тяжести (а - минимумов, б - максимумов); 13 - изолинии глубин поверхности докайнозойских (меловых) образований; 14 - граница сейсмического районирования /5/, разделяющая восьми- (к западу от нее) и девятибалльные зоны. На схеме римскими цифрами обозначены региональные вулканические цепи: I - Ильинская, II - Голыгинская, III - Явинская цепи; арабскими цифрами в кружках показаны вулканы: I - Бол.Ипелька, 2 - Опала, 3 - Уступ, 4 - Удочка, 5 - Древняя Опала, 6 - Темный, 7 - кальдера влк. Опала, 8 - Саван, 9 - Хетик, 10 - Скалистая, 11 - Бол.Иголки, 12 - Лев. Карымляна, 13 - Горелый, 14 - Древний Горелый, 15 - Асача, 16 - Гора Туманов, 17 - Древняя Асача, 18 - Плоская, 19 - Круглая, 20 - ЮИ2, 21 - Пиратковский Пик, 22 - Прав.Ходутка, 23 - Сыпучая, 24 - Острая, 25 - Ходутка - Приемный

Второй структурный подъярус представлен на территории листа главным образом эффузивно-пирокластическими образованиями алнейской серии и плиоценовыми субвулканическими телами. Палеовулканогеологический анализ позволяет выделить среди них с большой долей достоверности несколько крупных аппаратов центрального типа: Бол.Иголки, Скалистая, Хетик, Саван в юго-западной части площади, Лев.Карымчина и Прав.Ходутка – на востоке. Они в значительной мере сохранили элементы первичного рельефа и в геологическом отношении представляют собой естественные сочетания (ассоциации) эффузивно-пирокластических и субвулканических фаций генетически единого комплекса. Параметры этих вулканов были близки к верхнечетвертичным и современным стратовулканам. Пликативные дислокации не характерны для образований подъяруса. Лишь в зонах разломов и вблизи дайковых пересечений и контактов эффузивно-пирокластических отложений с субвулканическими телами отмечаются нарушенные залегания. На р.Саван наблюдаются почти вертикальные (80°) залегания туфобрекчий в этих условиях. Довольно интенсивные дизъюнктивные дислокации отмечены на палеовулканах Саван, Хетик, Скалистая.

Третий структурный подъярус развит повсеместно. В его строении участвуют щитовые вулканы – Бол.Ипелька, Древ.Опала, Древ.Горелый, Древ.Асача, Плоская, Сыпучая, сохранившие, несмотря на интенсивную денудацию, свою характерную форму. Бол.Ипелька – один из крупнейших вулканов на Южной Камчатке – имеет радиус основания около 20 км. Кроме щитовых вулканов подъярус включает небольшие среднечетвертичные стратовулканы, развившиеся на фундаменте базальтовых щитов и представляющие среднюю фазу развития нижнечетвертичных базальтовых очагов. Образования их поздних фаз – кальдерные комплексы: покровы пемз, игнимбритов, экструзии андезито-дацитового состава средне-позднечетвертичного возраста также включаются в третий подъярус. Для этого подъяруса характерны морфологически выраженные вулcano-тектонические формы – кальдеры, осложнившие щитовые вулканы Древ.Опала и Древ.Горелый. Диаметры кальдер в плане превышают 10 км, высота уступов достигает 300 м. Редкие нарушения в пределах образований подъяруса имеют характер разрывов; пликативные дислокации не характерны и отмечены лишь вблизи контактов субвулканических тел и даек.

К четвертому структурному подъярусу отнесены средне-верхнечетвертичные и современные стратовулканы: Асача, Гора Туманов, Опала и Ходутка. Поч-

ти все они, за исключением влк.Опала, формируют одну вулканическую цепь, которую некоторые исследователи /4/ относят к Восточно-Камчатскому вулканическому поясу. Образования подъяруса не-дислоцированы.

Ассоциация верхнего структурного подъяруса отделена от четвертого на том основании, что относящаяся к ней Южно-Камчатская ареальная зона имеет ярко выраженный наложенный характер и не согласуется со структурным планом более ранних образований (см.рис.2). На изученной территории поля ареальных зон не приурочиваются пространственно ни к одной из выделенных региональных структур вулканического пояса.

Из всех рассмотренных структурных единиц лишь первому и отчасти второму подъярусам присущи черты толщи. Остальные же представляют собой преимущественно ассоциации вулканических аппаратов, объединенных в подъярусы на основании возрастного и структурно-генетических признаков.

Структура вулканического пояса

Структурное районирование вулканической зоны на площади листа проводится по результатам тематических работ /4I/. На рассматриваемой территории расположены региональные линейные структуры северо-восточного простирания, представляющие собой сочетания как отдельных вулканических аппаратов, так и длительно существующих вулканических групп (узлов). С востока на запад выделены: Ильинская, Голыгинская и Явинская вулканические цепи (рис.2). И л ь и н с к а я ц е п ь объединяет неогеновые палеовулканы: Лев.Карымчина, Прав.Ходутка; ниже- и среднечетвертичные аппараты: Древ.Горелый, Древ.Асача, Острая, Круглая, IOI2, Пиратковский Пик, Сыпучая; верхнеплейстоценовые и голоценовые стратовулканы: Горелый, Асача, Ходутка. Г о л ы г и н с к а я ц е п ь включает аппараты неогенового возраста – Бол.Иголки, Скалистая, Хетик, Саван, ниже-среднечетвертичные вулканы Древ.Опала, Удочка, Уступ, Темный и современный влк.Опала. Я в и н с к а я ц е п ь представлена на территории листа одним ниже-четвертичным влк.Бол.Ипелька. Общая структура вулканической зоны на территории – эшелонированное сочетание трех вулканических цепей. Вулcano-структурный план ареальной Южно-Камчатской зоны по отношению к общему структурному плану является наложенным.

В пространственном распределении вулканических аппаратов можно выделить и структуры более мелких порядков: звенья и изометричные группы – узлы. К первым можно отнести линейное звено

широтного простираения от влк. Горелого до влк. Опала или звено вулканов: Скалистая, Хетик, Саван. Представителями долгоживущих вулканических узлов являются Опалинская, Гореловская, Асачинская группы. Для каждой из групп характерна пространственная сближенность, унаследованность разновозрастных центров, нередко гомодромное развитие химического состава продуктов вулканизма во времени. Для вулканических групп, развивающихся на основании крупных нижнечетвертичных аппаратов, типичны кальдеры (Опалинская и Гореловская группы) и сопряженные с их образованием кальдерные магматические комплексы: покровы пемз, игнимбритов, экструзии липаритов, дацитов, андезито-дацитов. Палеовулканы неогенового и нижне-среднечетвертичного возраста отчетливо выделяются по зонам локальных остаточных максимумов силы тяжести. В районе четвертичных кальдер, а также верхнечетвертичных и современных вулканов Асача и Ходутка отмечены глубокие локальные гравиметрические минимумы. Видимо, питающие системы палеовулканов имеют более высокие плотности, чем вмещающие породы коры, а отмеченным минимумам соответствуют относительно легкие массы периферических магматических очагов.

Структурой невулканического происхождения, но тесно сопряженной в своем развитии с кайнозойским вулканизмом, является находящийся на западе площади Голыгинский прогиб. Он отчетливо выделяется на гравиметрической карте по зоне пониженных значений силы тяжести (рис.3).

Приведенный вулкано-структурный план хорошо согласуется с основными элементами глубинного строения территории, которые имеют северо-восточное простираение.

Кристаллический фундамент

О структуре докайнозойского фундамента на юге полуострова можно судить лишь по геофизическим данным и экзотическим включениям в кайнозойских породах.

Мощность земной коры /6/ убывает в юго-восточном направлении от 30 км под вулканом Бол.Ипелька до 20-25 км под Ильинской вулканической цепью. Мощность условно выделяемых домеловых образований изменяется в том же направлении примерно от 30 км до 18-20 км. Глубины в поднятиях до кровли гипотетического кристаллического фундамента изменяются от 6 до 4 км. Мощность меловых отложений, по геофизическим данным, колеблется от 3 км в прогибах до 1-2 км в зонах поднятий. Мощность послемеловых

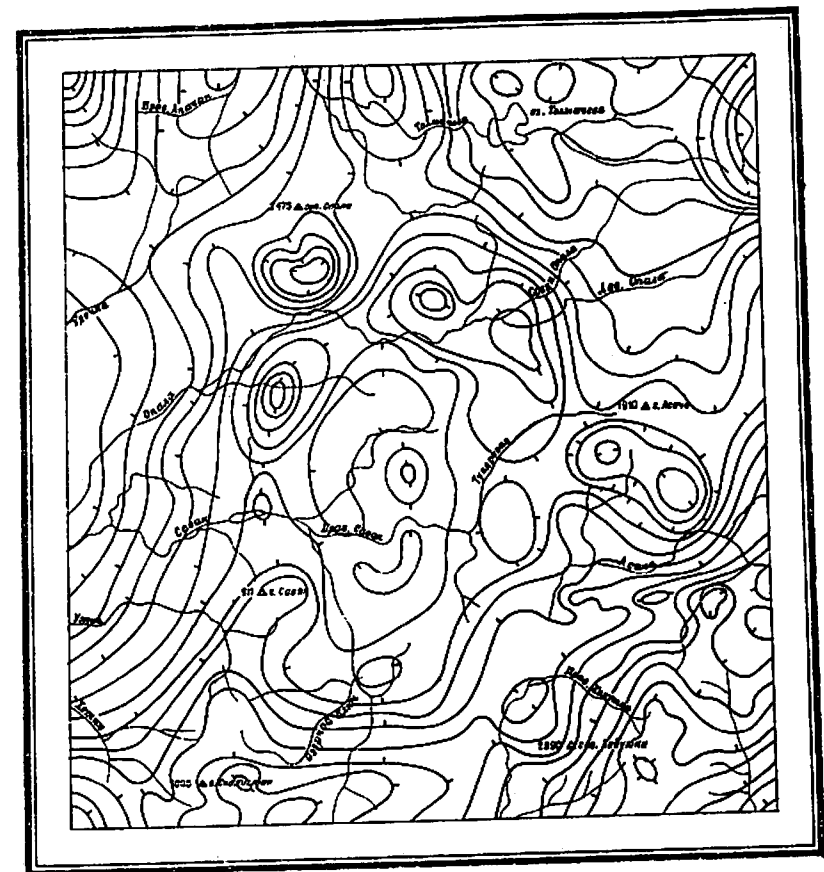


Рис.3. Карта изолиний гравиметрического поля. Изоаномалы проведены через 10 мГ

отложений меняется от 3 км в прогибах до 0,5–1 км на участках поднятий. Так же, как и мощность земной коры, в юго-восточном направлении уменьшается и глубинность землетрясений.

Изученный геофизическими методами: сейсморазведкой, электро-разведкой, гравиметрической съемкой масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000 /16, 18, 29, 42, 43/ рельеф поверхности докайнозойского фундамента на территории листа выглядит следующим образом.

Наиболее возвышенная часть, представляющая собой широкий (12–20 км) пологий хребет высотой 500–1500 м субмеридионального простираения, примерно совпадает в плане с Голыгинской вулканической цепью (см.рис.2). Косвенными признаками относительно неглубокого залегания фундамента в этом районе являются находки галек кремнистых пород меловой ирунейской свиты, остатков раковины аммонита в конгломератах алнейской серии на склонах г.Саван, а также ксенолитов амфиболитов в плиоценовых субвулканических телах на левобережье р.Лев.Саван. В поле силы тяжести зоне поднятия фундамента соответствует цепь локальных максимумов, центры которых совпадают с плиоценовыми вулканическими аппаратами.

На запад от зоны поднятия уровень поверхности докайнозойского фундамента резко понижается, достигая глубин 3 км у западной границы листа. Этот участок территории соответствует восточной части Голыгинского прогиба. Его восточная граница проходит по западным склонам описанного поднятия. Северное замыкание прогиба находится под южными склонами влк.Бол.Ипелька.

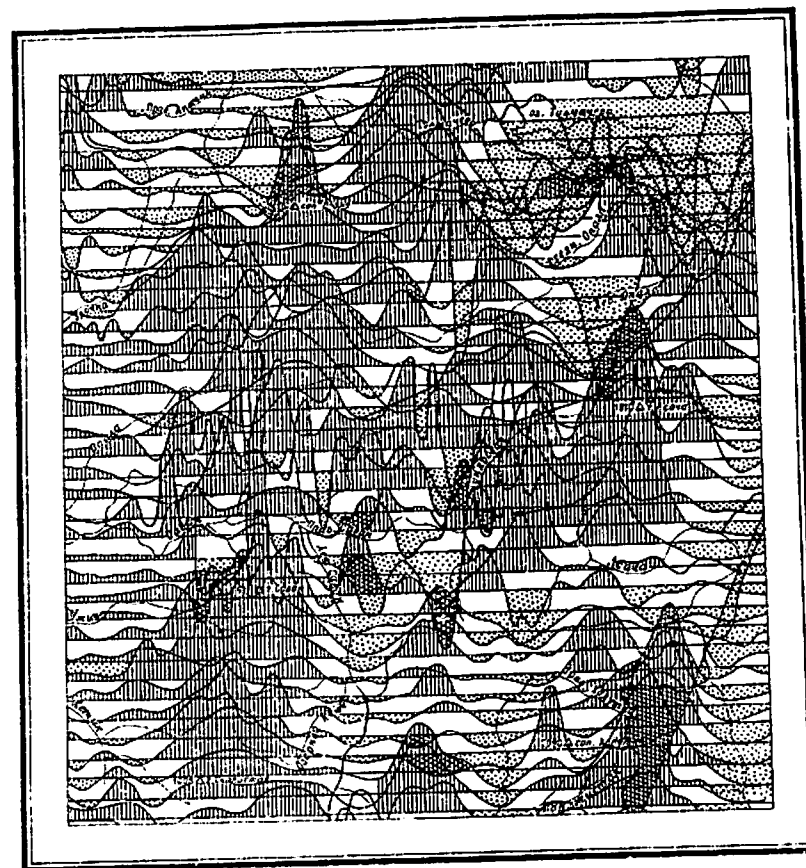
В восточном направлении от зоны мелового поднятия также происходит понижение поверхности фундамента, но с меньшей интенсивностью, чем в западном направлении. В юго-восточной части площади листа предполагаемая мощность кайнозойских образований составляет около 3 км.

Разрывные нарушения

В связи с тем, что большая часть района покрыта чехлом четвертичных образований, основные сведения о региональных дизъюнктивных дислокациях приводятся по геофизическим материалам.

Структура вулканического пояса предопределена глубинными разломами, контролирующими положение региональных вулканических цепей, и зоной растяжения земной коры, обусловившей формирование зоны ареального базальтового вулканизма /13/.

Глубинные разломы прослеживаются в геофизических (рис.3,4), главным образом гравиметрических полях. Ильинской вулканической



0 5 10 15 20 км

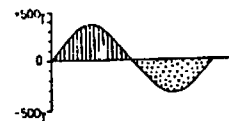


Рис.4. Карта графиков ΔT_a

цепи соответствует градиентная зона силы тяжести северо-восточного простирания, которая особенно ярко выражена на картах региональных аномалий /16/. Вулканические центры в этой цепи приурочены к западному краю градиентной зоны, которая является отражением зоны перегиба поверхности М /6/ и к которой приурочен сквозькоровый магмопроводящий разлом.

В плане с этой градиентной зоной примерно совпадает граница зон восьми- и девятибалльных землетрясений /5/, протягивающаяся на территории листа от влк.Ходутка к влк.Горелому. К западу от нее находится зона восьмибалльных землетрясений, к востоку - девятибалльных (см.рис.2), в связи с чем почти вся площадь листа неблагоприятна в инженерно-техническом отношении.

Магмопроводящая зона нарушения Голыгинской вулканической цепи прослеживается в виде звена локальных аномалий силы тяжести (как положительных, так и отрицательных) и субмеридиональной полосы повышенных значений ΔT_a (см.рис.4). Западному ограничению зоны соответствует градиентная зона силы тяжести, совпадающая с восточной границей Голыгинского прогиба, которая имеет, видимо, тектонический характер.

Определенное положение зоны раздвига, приведшего к формированию Джо-Камчатской ареальной зоны базальтового вулканизма, в геофизических полях не устанавливается. Наиболее мощным ареальным полям в осевой части площади листа соответствуют отрицательные зоны ΔT_a и обширные участки неглубоких минимумов силы тяжести. Звенья шлаковых конусов имеют северо-восточное простирание, что вместе с геофизическими данными свидетельствует в пользу северо-восточного простирания зоны раздвига.

Общий северо-восточный план глубинных разломов осложняют протяженные субширотные линеаменты (см.рис.2), выявленные главным образом по аэромагнитным данным масштаба 1:50 000 /31, 32/. Они, вероятно, имеют тектоническое происхождение, так как совпадают с широтными участками речных долин, в бортах которых отмечены следы разрывных нарушений, выходы горячих источников. Протяженность таких линеаментов от 20 до 50 км. Один из них прослежен от р.Асача до р.Саван. Он фиксируется обрывами северного берега р.Асача. На участке его "выхода" в долину р.Саван расположены Саванские горячие источники. Кроме того, с ним совпадает в плане зона линейных аномалий силы тяжести.

Другой - Опалинский линеамент - протягивается по системе широтных долин рек Лев.Опада и Опада. В его зоне находятся Верхне-Опалинские горячие источники. Третий широтный линеамент - Толмачевский - проходит по депрессии Толмачева Дола.

Протяженные линеаменты северо-восточного простирания фиксируются по зонам гравиметрических минимумов (у подножия влк.Бол.Ипелька), градиентным зонам (вдоль восточной границы Голыгинского прогиба). Поверхностного тектонического выражения эти линеаменты не имеют.

Линейным зонам магнитных аномалий, проходящим по р.Сред.Опада и у юго-западного подножия влк.Асача, соответствуют на поверхности системы тектонических трещин различного простирания, имеющих характер нарушений, оперяющих крупные разломы.

Таков характер почти всех закартированных нарушений. Они представляют собой разрывы почти без вертикальных смещений с активно проявленной в их зонах гидротермальной деятельностью. Они фиксируются зонами дробления, измененных пород, кварцевого прожилкования, линеаменами рельефа. Их протяженность от 1 до 10-12 км. Главнейшими из них являются меридиональный разлом, проходящий по долине р.Лев.Ходутка, субмеридиональные и северо-западные разрывы аппаратов Скалистая, Хетик, Саван, система субширотных и субмеридиональных нарушений на северном борту р.Асачи. Для части палеовулканов (Темный, IO12, Прав.Ходутка) типичны радиальные системы разрывов, сопряженные, видимо, с внедрением субвулканических тел.

История геологического развития

Накопление отложений березовской свиты происходило в морских условиях в результате островного субаэрального вулканизма. Его центры на площади работ не отмечены, но обилие пемзовых обломков, сравнительно грубый состав отложений, наличие в них детрита и состав диатомовой флоры свидетельствуют о прибрежных условиях накопления осадков. Дальнейшая геологическая история района - это во многом история вулканизма.

С конца миоцена и в плиоцене территория представляла собой область интенсивной наземной вулканической деятельности. Морские фации аднейской серии встречены лишь в бассейне р.Саван, где морские осадки переслаиваются с наземными вулканитами. Возможно, в западной части территории верхнеэоценовые вулканы в начале своей деятельности представляли собой острова, заложившиеся на выступе меловых пород, о чем свидетельствуют многочисленные кремнистые гальки и находка остатков аммонита в конгломератах аднейской серии. Позднее в плиоцене прибрежно-морские условия сменились стабильными континентальными. Продукты вулканов

Бол.Иголки, Хетик, Скалистая, Саван, Прав.Ходутка и др. имели преимущественно андезито-базальтовый состав. На поздних этапах деятельности отдельных аппаратов или целых вулканических групп происходили игнимбритообразующие извержения значительных объемов (десятки км³), формировались мощные покровы игнимбритов, возможно связанных с кальдерообразованием. Однако такие этапы деятельности одних аппаратов происходили на фоне эффузивно-пирокластических андезито-базальтовых извержений других.

В плиоцене образуются рудоносные гидротермальные системы, связанные с очагами стратовулканов.

В раннем плейстоцене формируются крупные базальтовые щитовые вулканы Бол.Ипелька, Древ.Опала, Древ.Горелый, Древ.Асача, Сыпучая и др., характеризующиеся преимущественно эффузивными излияниями.

В среднем плейстоцене частично на субстрате базальтовых щитовых аппаратов возникают небольшие стратовулканы андезитового, андезито-дацитового и андезито-базальтового состава: Удочка, Круглая, IOI2, Пиратковский Пик. В это же время в привершинной части аппарата Древ.Горелый формируются кальдера и сопряженные с ней игнимбритовые покровы объемом более 100 км³. Внутрикальдерные извержения и образование андезито-дацитовых куполов по границам кальдеры продолжались до конца позднего плейстоцена.

В среднем-позднем плейстоцене формируется крупный андезито-базальтовый стратовулкан Асача, один из ряда стратовулканов Южной Камчатки. В позднем плейстоцене на его склонах возникает паразитический влк.Гора Туманов.

На фоне заканчивающейся кальдерной деятельности влк.Древ.Горелый и активности стратовулкана Асача на вершине Древне-Опалинского щита возникает крупная кальдера обрушения. Сопряженные с ее образованием липаритовые пеплово-пемзовые пирокластические покровы занимают площадь более 1000 км², но они быстро размываются флювиогляциальными потоками.

Похолодание климата в позднем плейстоцене вызвало горно-долинное оледенение. Ледники покрывали вершины всех уже сформированных вулканических построек. Продукты экзарации и флювиогляциальной деятельности отлагались в зонах их подножий и по долинам крупных водотоков.

На границе плейстоцена и голоцена происходит заложение Южно-Камчатской зоны ареального базальтового вулканизма. Этот тип вулканизма проявляется практически по всей площади работ, достигая апогея в голоцене. С его деятельностью связаны изменения рельефа,

перестройка гидросети, образование озер. Одновременно формируются андезито-базальтовые стратовулканы Опала, Ходутка, Горелый. Большую роль в голоценовой вулканической аккумуляции играли грандиозные пирокластические извержения к югу от территории листа: извержения влк.Ксудач и извержения в районе Курильского озера /15/.

Гидротермальная деятельность в плейстоцене и голоцене проявлялась в пределах вулканических аппаратов. В это время были образованы довольно крупные зоны изменений с участками жильных залпов, однако практическая их оценка не дала положительных результатов. Современные крупные выходы термальных источников на площади листа представляют собой, видимо, проявления гидротермальных систем, заложившихся еще в плиоцене или плейстоцене.

С конца миоцена вулканизм на территории листа отмечается практически без значительных перерывов. В пределах отдельных вулканических групп еще можно определить перерывы в вулканической активности, но эти перерывы не имели регионального характера. Даже на границе плиоцена и плейстоцена продолжалась деятельность неогеновых аппаратов Лев.Карышшина и Острая, в то время такой аппарат, как Прав.Ходутка, закончил свое развитие задолго до раннего плейстоцена, и базальтовые потоки нижнечетвертичного влк.Сыпучая ложатся на размытую поверхность неогенового вулкана со стратиграфическим несогласием. Видимо, единственным событием регионального значения в истории вулканизма района является формирование щитовых нижнечетвертичных вулканов. Последние проявления вулканизма, даже такие крупные, как кальдерообразующие извержения, были асинхронны. В пределах таких вулканических групп, как Опалинская и Гореловская, намечается гомогенное развитие вулканизма на протяжении всего плейстоцена.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Ведущими рельефообразующими факторами на площади работ явились вулканическая аккумуляция и денудация. В целом характерна молодость форм рельефа, созданного при преобладании аккумулятивной деятельности над эрозионной (рис.5).

Эрозионно-экзарационный рельеф
позднечетвертичного возраста

Средне- и резкорасчлененный крутосклонный, реже сглаженный рельеф сформировался на участках, служивших центрами горно-до-

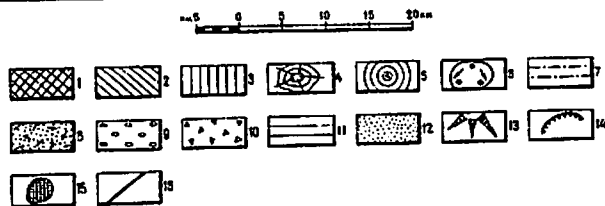


Рис. 5. Геоморфологическая схема

1 - эрозивно-экзарационный рельеф позднечетвертичного возраста; 2-8 - вулканогенно-аккумулятивный рельеф: 2 - рельеф верхнеогеновых стратовулканов, 3 - рельеф нижнечетвертичных щитовых вулканов, 4 - рельеф средне-верхнечетвертичных стратовулканов, 5 - рельеф современных стратовулканов, 6 - рельеф верхнечетвертичных-современных полей ареального базальтового вулканизма (точками показаны лавовые конусы, стрелками - направление наклона поверхностей), 7 - рельеф лавово-пемзовых итнимбритовых и андезитово-дацитовых покровов средне-позднечетвертичного возраста, 8 - рельеф современных пемзовых отложений; 9-12 - экзогенный аккумулятивный рельеф: 9 - ледниковые и водно-ледниковые равнины, 10 - наклонные плоские поверхности проливально-депривальных шлейфов, 11 - равнины озерного генезиса, 12 - аллювиальные равнины; 13 - склоны плиоценовых и четвертичных вулканов, стрелки совпадают с азимутом наклона; 14 - уступы кальдер, крупных кратеров; 15 - экструзивные куполы, выраженные в рельефе; 16 - разломы, выраженные в рельефе

линного оледенения. Им являлись в большой мере вершинные части плиоценовых стратовулканов Скалистая, Хетик, Саван, Бол.Иголки, нижнечетвертичные щитовые вулканы Бол.Ипелька, Темный, средне-четвертичные вулканы Круглая, IOI2, Пиратковский Пик. Для этого типа рельефа характерны относительные превышения от 200 до 800 м, абсолютные отметки вершин гор колеблются от 200 до 1300 м. Склоны обычно крутые. Характер поверхности склонов и их крутизна зависят от субстрата: эффузивно-пирокластические образования характеризуются крутыми (до 45°) ступенчатыми склонами, а на вулканогенно-осадочных отложениях формируются пологие ($10-20^\circ$), плавные поверхности. Водоразделы имеют в результате экзарации острые пилообразные гребни, троговые долины заканчиваются цирками. Наблюдаются сквозные долины: Прав.Ходутка - Лев.Ходутка, Прав.Ходутка - Асача. На вершинах крупных горных массивов отмечаются полузамкнутые экзарационные котловины диаметром до 6 км и глубиной 300-500 м (эрозионные кальдеры палеовулканов Бол.Ипелька, Скалистая). Иногда на участках этого типа рельефа отчетливо видны рывины тектонических линеаментов (г.Саван).

Вулканогенный аккумулятивный рельеф

В этой крупной геоморфологической категории по сохранности и характеру первичных вулканических поверхностей выделяются различные типы рельефа, сформированные разновозрастным вулканизмом от позднего неогена до голоцена.

Рельеф верхнеогеновых стратовулканов: Бол.Иголки, Скалистая, Хетик представляет собой сочетание плоских наклонных поверхностей лавовых покровов, сопряженных в периклинали с длиной склонов 5-10 км. Углы наклона поверхностей меняются от $7-15^\circ$ у привершинной части древних вулканов до $3-5^\circ$ на периферии периклиналей, которые прорезаны глубокими троговыми долинами. Профиль поверхностей ступенчатый. Высота ступеней - фронтальных уступов покровов - до 30 м.

Рельеф нижнечетвертичных щитовых вулканов, образующих горизонтальные или слабонаклонные поверхности базальтовых покровов со следами ледниковой экзарации, широко развит на площади листа. В ее северной части расположены крупнейшие на юге полуострова щитовые вулканы Бол.Ипелька, Древ.Опала. Периклинали плоских поверхностей их склонов очень пологи - от 5 до 0° . Длина склонов 7-20 км. Они прорезаны крупными троговыми долинами, имеют ступенчатый про-

дольный профиль. На отдельных участках: г.Плоская, междуречье Опалы и Савана, г.Острая, базальтовые покровы имеют горизонтальные поверхности. Максимальные отметки поверхностей этого типа рельефа 1700 м, минимальные 200-300 м. Одной из примечательных крупных вулканотектонических форм, относящихся к этому типу рельефа, являются кальдеры вулканов Опала и Горелый. Первая целиком находится на территории листа, вторая - частично. Кальдера Опалы представляет собой котловину овальной формы с диаметрами 12-14 км, с обрывистыми стенами высотой от 100 до 300 м.

Рельеф средне-верхнечетвертичных стратовулканов распространен более локально. Это рельеф относительно небольших конических и щитообразных вулканов: Круглая, IOI2, Пиратковский Пик на юго-востоке территории, Асача и Гора Туманов на востоке и Удочка на западе площади листа. Склоны их сохранили первичный конический рельеф. Ложбины и рывины на них подчеркивают границы отдельных эффузивных потоков или их серий. Вместе с тем рельеф несет следы интенсивной ледниковой экзарации, особенно на вершинах и привершинной части, где отмечаются цирки, короткие троговые долины (г.Круглая, г.IOI2). Диаметры этих аппаратов в плане колеблются от 7 до 15 км. Относительные превышения варьируют от 600 до 1500 м. Почти все вулканы, за исключением Асачи, являются простыми стратовулканами. Вулкан Асача представляет собой сочетание трех конусов: собственно Асачи, Горы Туманов и г.Желтой.

Рельеф современных стратовулканов Ходутки, Опалы и Горелого сформирован вулканической аккумуляцией. Ходутка и Опала представляют собой крутосклонные конусы со средним углом наклона склона 18° . У вершин наклон склона достигает 45° . Относительная высота Опалы 2100 м, Ходутки - 1600 м, диаметры основания составляют примерно 10 км. Они увенчаны обелисками неков, в которых выработаны небольшие кратеры диаметром 300-400 м, глубиной 100-200 м. Конус влк.Ходутка осложнен паразитическим конусом г.Приемш с относительной высотой 800 м. Конические поверхности имеют ступенчатый профиль. Они нарушены довольно глубокими рывинами баранкосов с крутыми стенками и корытообразными выемками шарр. Для этих стратовулканов, особенно для Ходутки, очень характерно наличие мааров и кратеров в нижней части склонов и у основания. Наиболее крупный из них имеет диаметр 2 км и глубину до 100 м (Бараний Амфитеатр). Впадины кратера заполнены экструзивными куполами.

Склоны влк.Горелого более пологие. Его рельеф близок к щитовому вулкану. Лишь в привершинной части склоны имеют крутой наклон, типичный для стратовулканов.

Рельеф верхнечетвертичных - современных полей ареального базальтового вулканизма в незначительной степени затронут денудационными процессами. Он занимает около 40% территории листа. Проявления этого типа вулканизма формируют отдельные шлаковые конусы с лавовыми потоками, небольшие округлые щитовые вулканы с диаметрами 10 км и высотой 400-500 м (горы Отдельная, Останец, Ольховая и другие) и крупные многовыходные щитовые аппараты (ареальные поля) неправильной в плане формы площадью до 1000 км²: урочище Толмачев Дол, междуречье Прав.Ходутки, Савана, Опалы. Для этого типа рельефа характерны волнистые или холмистые поверхности, наклон которых в большой мере зависит от рельефа, бронируемого лавами. Угол наклона склонов $3-5^{\circ}$. Длина отдельных потоков колеблется от 2-3 до 7-10 км, ширина - от сотен метров до 1-2 км. Потоки спускаются в троговые долины, иногда перегораживая русла рек, образуя подпруды. Волнистые поверхности лавовых нагорий венчают конические формы - шлаковые конусы, которые обычно группируются в кулисообразные цепочки, состоящие из 3-4 конусов. Азимут простираения цепочек $35-37^{\circ}$. Высота конуса достигает 100-120 м, диаметр 400-500 м, углы наклона склонов $15-35^{\circ}$. На их вершинах нередко наблюдаются блюдцеобразные кратеры с диаметром в десятки метров. Встречаются кратерные колоды, маары. Крупнейший из мааров - оз.Чаша - имеет диаметр 1 км и высоту стен над уровнем воды 250 м. Всего на площади работ насчитывается около 200 шлаковых конусов. Абсолютные отметки этого типа рельефа колеблются от 100 до 1000 м. В центральной части площади листа наиболее характерные высоты поверхности 300-500 м.

Рельеф пемзовых, игнимбритовых и андезитодацитовых покровов средне-позднечетвертичного времени формируется главным образом в районе кальдер вулканов Опала и Горелый. Для него характерны плоские слабонаклонные поверхности, изоборожденные густой овражной сетью с решетчатым или перистым рисунком, который характерен для бедлендов. Поверхности этого типа рельефа наклонены периклинально от кальдер, что отражает направление склонов подстилающего захороненного рельефа. На внешних склонах кальдер влк.Горелого поверхности игнимбритов снижаются на расстоянии 10 км с 1000 до 650 м. На левобережье р.Федотовой игнимбриты образуют горизонтальное плоское слабонаклонное плато. Формы экзарации для этого типа рельефа выражены слабо.

Рельеф современных пемзовых отложений занимает небольшие площади в кальдере влк.Опала и ее окрестностях, к югу от влк.Ходутка. Он обусловлен историческими извержениями, имевшими характер направленных взрывов при образовании кратера Бараний Амфитеатр на юго-восточном склоне влк.Опала, и отложениями пемзопадов при извержениях вулкана Ксудач. Они образовали фрагменты горизонтальных плоских поверхностей площадью 2-5 км². Эти поверхности занимают различные гипсометрические уровни: 200 м - в кальдере, 700 м - в истоках р.Сухая Толмачева, 400 м - по левобережью р.Прав.Ходутка. На водоразделах поверхности этого рельефа покрываются сравнительно редкой овражной сетью.

Экзогенный аккумулятивный рельеф

Этот тип рельефа объединяет равнинные поверхности различного генезиса, созданные экзогенной аккумуляцией в позднем плейстоцене и голоцене.

Ледниковые и водно-ледниковые равнины позднечетвертичного возраста, не создавая крупных полей, повсеместно распространены на площади листа. Рельеф ледниковых равнин с холмисто-грядовыми поверхностями наблюдается в днищах межвулканических котловин (бассейн руч.Перевального), крупных троговых долин рек Лев.Ходутка, Опала, Асача, у подножия г.Бол.Ипелька. Гряды моренных валов имеют высоту до 60 м, ширину до 400 м. Для них типичны дуговые очертания в плане. Ровные плоские поверхности водно-ледниковых равнин имеют незначительное развитие. Они образуют небольшие поля среди моренных валов в котловине руч.Перевального и протяженные узкие равнины по рекам Саван и Опала у западных границ площади работ.

Наклонные плоские поверхности пролювиально-делювиальных шлейфов окружают конусы молодых стратовулканов Ходутки, Опалы, Асачи. Для них характерен довольно крутой наклон (до 7°), частые радиальные сухие долины с отвесными стенками: на фотоизображениях поля этих поверхностей из-за сухих долин имеют "струйчатый" рисунок. Ширина шлейфов достигает 5 км (у подножия влк.Опала).

Равнины озерного генезиса имеют плоские поверхности днщ бывших озер. Они наблюдаются в замкнутых котловинах Толмачева Дола, кальдеры влк.Опала, в истоках р.Прав.Опала и в урочище Григорьевские озера. Наиболее крупная

из них в Толмачевом Долу имеет размеры 15х6 км, гипсометрическая отметка поверхности 615 м. Примерно на такой высоте находится поверхность озерной равнины в истоках р.Прав.Опала. Уровень озерной поверхности в кальдере Опалы около 200 м, а днище котловины Григорьевских озер находится на высоте 400 м. Водотоки, протекающие по этим равнинам, едва врезаны.

Аллювиальные равнины выражены как тип рельефа лишь в долинах рек Опала, Саван и Хетик. Это пойменные поверхности. Надпойменные террасы отсутствуют. В некоторых случаях выделяются поверхности высоких пойм двухметрового уровня. Ширина аллювиальных равнин достигает 2 км.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

На территории листа помимо проявлений полезных ископаемых, типичных для вулканических поясов Камчатки: ртути, золота, минеральных источников и источников горячих вод, обнаружено проявление нефти и горючего газа.

ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Нефть и горючие газы (совместно)

Саванское нефтегазовое проявление (Ш-2-1) было обнаружено О.Н.Толстихиным /36/ при изучении Саванских термальных источников. Площадь проявления совпадает в целом с термальной площадкой и выходами термальных вод. Последующие исследования /20, 40, 22, 8/ уточнили геологические позиции проявления и химический состав газов, вод, нефтяных пленок, которые наблюдаются на поверхности горячей воды.

Выходы горючих газов как в грифонах термальных источников, так и вне их, в ложбине крутого склона, спускающегося к термальной площадке, расположены на левом берегу р.Лев.Саван. Они приурочены к зоне дробления плиоценовых диоритовых порфиров, имеющей азимут простирания 35-40°. Площадь, на которой обнаружены естественные выходы газов (всего 15 выходов), составляет 450 м². Длина линейной зоны, в пределах которой установлены эти выходы, около 90 м. По данным А.И.Кудрявцевой /22/, дебит двух наиболее мощных выходов составляет 30 м³/сут. Газ бесцветный, горит слегка коптящим пламенем высотой до 30 см. В его составе 75-78% метана, до 1,5% тяжелых углеводородов, около 20% азота.

Газ выделяется в любом шурфе или закопашке, которые пройдены на указанном участке.

Радужные пленки с сильным запахом керосина наблюдаются в термальных ваннах. Они выделяются со дна этих ванн при заливке горячей водой глинистых отложений. Кроме того, пленки и мелкие голубые капельки диаметром 2–5 мм появляются на поверхности воды, которая заполняет шурфы глубиной до 2 м, пройденные на месте выделения газов. Собранная из пленок и капель светлая жирная на ощупь жидкость по составу соответствует керосиновой фракции нефти и имеет нафтеновую ароматическую природу. Содержание нефтепродукта в отложениях, пройденных шурфом – глинистых песках, составляет 0,188–0,236%.

По мнению А.И.Кудрявцевой /7/, нефтяные флюиды поступают из вулканогенно-осадочных пород, относящихся к аллейской серии. По ее мнению, в региональном плане Саванские источники приурочены к восточному борту Голыгинского прогиба, к зоне разгрузки глубоких водоносных горизонтов. Наличие такого проявления указывает на возможность промышленных скоплений нефти и газа в Голыгинском прогибе, а отсутствие иных явных проявлений на площади центральной и западной частей прогиба может косвенно свидетельствовать о хорошей закрытости и ненарушенности недр.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Редкие металлы

Ртуть

Единичные знаки киновари были обнаружены в протолочках из кварцевых жил на вершине IOI2 и в истоках р.Прав.Ходутка. На отдельных участках речных долин шлиховым опробованием выявлено шесть ореолов рассеяния киновари (четыре из них связаны с зонами гидротермально-измененных пород).

Наиболее устойчивый ореол обнаружен в истоке р.Ужич на руч.Шумном (Ш-I-I). Длина ореола 15 км. Источником сноса служит зона пропилитов и вторичных кварцитов в истоках ручья. Максимальное содержание киновари достигает 70 знаков, среднее 10–20 знаков.

С зоной измененных пород на г.Скалистой сопряжены два ореола рассеяния. Один из них объединяет правые истоки р.Хетик (IY-I-2), другой спускается от вершины г.Скалистой по ручью на юг (IY-I-3). Первый из них протягивается на 10 км, второй – на 5 км. Ореолы слабо выражены, фиксируются единичными пробами.

Например, во втором ореоле из 40 взятых проб киноварь установлена в IO с содержанием от 1–2 до 6–8 знаков на пробу.

В верхнем течении р.Прав.Ходутка ореол рассеяния (IY-4-I) связан с зоной прокварцевания на вершине среднечетвертичного вулкана IOI2. Длина ореола около 15 км. Из 30 проб, взятых на участке ореола, 15 содержат знаки киновари в количестве от 3 до 9.

От вершины г.Сыпучей на северо-восток по правому притоку р.Лев.Ходутка протягивается короткий ореол (IY-4-2) длиной 6 км. Содержание киновари в пробах от 1 до 8 знаков. В истоках ручья не обнаружены участки гидротермально-измененных пород. Возможно, ореол связан с прикратерными отложениями нижнечетвертичного вулкана Сыпучая, расположенными в зоне ореола.

Неустойчивый протяженный ореол длиной около 20 км с содержанием киновари 1–3 знака в пробе выделен в среднем течении р.Опада и на ее притоке – руч.Озерном (П-2-5). Он не обнаруживает связи с возможными коренными источниками рассеяния киновари.

Благородные металлы

Золото

Коренные золоторудные проявления на территории листа были выявлены в 1971–1973 гг. /40/. Все они без исключения обнаружили пространственную связь с плиоценовыми и четвертичными субвулканическими телами среднего состава. Субвулканические тела в зонах тектонических нарушений гидротермально изменены и вмещают кварцевые жилы и прожилки, которые содержат золотую минерализацию. В позднейшие годы детальные поисковые работы проводились и проводятся в настоящее время лишь на участке Асачинского рудопоявления (Ш-4-1) /24, 33/. Оно находится в истоках левого притока р.Асача (руч.Асачинский). Площадь участка рудопоявления составляет около 10 км². Рудные тела – кварцевые, кварц-адуляровые жилы, монокварциты. Их вмещают гидротермально-измененные пропилитизированные и окварцованные плиоценовые андезито-дацитовые субвулканические тела. Зона измененных пород приурочена к региональному разлому, проходящему по долине Асачинского ручья, и к оперяющим его субмеридиональным нарушениям. Выявленные на этапе детальных поисков рудные тела /33/ объединяются в две субпараллельные жильные зоны субмеридионального (350–360°) простирания.

Содержания золота и серебра по отобраным из них бороздовым пробам даются по результатам пробирного анализа.

Жильная зона I прослежена на расстоянии около 1 км, ее мощность колеблется от 20 до 80 м. Она представлена пятью субпараллельными сближенными крутопадающими кварц-адуляровыми жилами субмеридионального простирания.

Жила I – самое значительное рудное тело рудопроявления достоверно прослежено поверхностными горными выработками и бурением на 550 м и единичными пересечениями на 1100 м. Наиболее детально изучен северный фланг жилы длиной 520 м. Скважиной промышленное содержание золота прослежено на глубину 60 м от поверхности. Вскрытый вертикальный интервал оруденения составляет 160 м. Мощность жилы колеблется от 1,1 до 4,4 м. Содержание золота колеблется от 4,2 до 314 г/т, а серебра от 8,1 до 488 г/т. На южном фланге мощность жилы сокращается до 0,3–1 м, содержание золота – до 0,3 г/т, серебра – до 1,2–1,6 г/т. Состав жилы с севера на юг изменяется от кварц-адулярового (адуляра 40–50%) до кварцевого с примесью адуляра. Рудная минерализация представлена золотом, стефанитом, гесситом, пиритом. Размеры золотинок не превышают 0,8 мм. Изредка встречаются участки видимой золотой минерализации, приуроченные к приконтактовым частям жилы. Текстура полосчатая. С запада жилу I оперяют адуляр-кварцевые жилы 2 и 3 и серия маломощных прожилков. Они отстоят от жилы I на 10–30 м. Расстояние между ними 5–25 м.

Жила 2 мощностью 0,25–3,15 м прослежена на 230 м. Содержание золота колеблется от 6,4 до 202,9 г/т, серебра – от 8,2 до 329,3 г/т.

Жила 3 мощностью от 0,3 до 0,5 м прослежена на 230 м. Содержание золота в ней от следов до 0,8 г/т, серебра – от 2,2 до 2,4 г/т.

С востока жилу I оперяют жилы 4 и 8. Жила 4 прослежена на 120 м. Она представляет собой зону прожилкования общей мощностью до 2,2 м. Содержание золота в ней от 0,3 до 17,0 г/т, серебра – от 1,9 до 16,1 г/т. Жила 8 находится восточнее жилы 4. Она прослежена на 170 м, ее мощность 0,1–0,25 м, содержание золота составляет от 1,2 до 22,6 г/т, серебра – от 2,3 до 28,8 г/т.

В целом для жильной зоны I характерно уменьшение в южном направлении мощности и содержаний золота и серебра. Жильная зона 2 находится на правом борту левого истока руч. Асачинского, в 1 км на восток от жильной зоны I. Она представляет собой сочетание жилы и зоны прожилкования. Ее протяженность около 300 м,

мощность 30–70 м. Непосредственно на участке жильной зоны выделена кварцевая жила 5 мощностью 0,2–2,5 м и оперяющие ее с запада маломощные зоны прожилкования мощностью 0,1–0,6 м. Достоверно прослежен на 80 м южный фланг жилы 5. Содержание золота здесь от 2,3 до 383 г/т, серебра – от 7,5 до 91,0 г/т. К северу жила выклинивается. Мощность ее снижается до 0,15 м, а максимальное содержание золота до 8,1 г/т. В оперяющих жилу 5 маломощных жилах и прожилках содержание золота не превышает 5 г/т.

Содержание металлов в экзоконтактовых частях рудных тел резко снижается и не превышает десятых долей г/т золота и первых г/т серебра.

Между жильными зонами I и 2 вскрыты единичными пересечениями три субмеридиональные жилы мощностью от 0,2 до 0,8 м с содержанием золота от 2,0 до 9,8 г/т и серебра от 12,5 до 254 г/т. Кроме того, на западном фланге участка среди андезито-дацитовых субвулканических тел обнаружены золотоносные зоны вторичных кварцитов и кварцевых брекчий северо-восточного простирания. Мощность кварцитов превышает 10 м, содержание золота в них от следов до 0,2 г/т, серебра до 2,4 г/т. Обнаружение подобных жил и кварцитов на площади участка дает основание для поисков новых рудных тел на этапе поисково-оценочных работ на Асачинском рудопроявлении.

Руды проявления были подвергнуты минералогическим, минералогическим исследованиям и технологическим испытаниям [28, 39]. Текстура руд вкрапленная, пятнистая, гнездово-полосчатая, брекчиевая; структура – ксеноморфная, зональная, скелетная, неравномернозернистая. Главные рудные минералы представлены пиритом, золотом, пирсеитом-полибазитом, халькопиритом, второстепенные – аргентитом, пираргиритом, редкие – серебром, сфалеритом, авгила-ритом, науманитом, киноварью, алтаитом и гесситом. Главной особенностью руд является широкое развитие самородного золота, подчиненное значение сульфидов. Средний размер золотинок 0,04 мм, встречаются золотины размером 0,25–0,37 мм и более, средняя проба золота 550. Руды принадлежат малосульфидному золото-кварцевому типу. Извлекаемость золота из руд при цианировании очень высокая: при содержании золота 98 г/т извлекаемость составляет 98,6%.

В 5 км на запад-юго-запад от Асачинского рудопроявления в левом обрывистом борту р. Асачи измененные андезито-дациты тянутся на расстоянии 2,5 км (III–4–2). Породы пропилитизированные, а вдоль разрывов субмеридионального простирания, оперяющих регио-

нальное нарушение северо-восточного простирания у подножия влк.Асача, превращены в кварц-каолинитовые, кварц-серицитовые и монокварцевые пороги. Мощность подзон вторичных кварцитов среди пропицитов достигает 50 м. В основании берегового обрыва взяты литогеохимические пробы с шагом отбора 5-10 м. Длина профиля около 2 км. Золотоспектральным анализом золотая минерализация (0,3-0,5 г/т) установлена в 13 пробах. Все они взяты из подзон вторичных кварцитов или же из пропицитов, вмещающих тонкие прожилки кварца /40/. На этапе детальных поисков /33/ на участках развития вторичных кварцитов проводилось сплошное бороздовое опробование из горных выработок. Всего опробовано три участка длиной по 30 м. Установленные в результате пробирного анализа содержания золота колеблются от следов до 0,2 г/т, серебра - до 2-3 г/т.

Проявление руч.Шумного находится в самых истоках этого ручья (IV-I-I) среди гидротермально-измененных пород, развитых по андезитам и диоритовым порфиритам плиоценового субвулканического тела вдоль субмеридионального разлома на расстоянии 2 км. Гидротермалиты представлены монокварцитами, адунит-кварцевыми и кварц-адунитовыми породами. Золотая минерализация обнаружена в монокварцитах, которые обнажаются в виде единичных выходов размером 2х3 м в левом истоке ручья. Крупно-глыбовый делювий этих пород распространен на площади 200х200 м. Из всех коренных выходов и развалов монокварцитов были отобраны бороздовые, штучные и литогеохимические пробы. Пробирным и золотоспектральным анализом установлена золотосодержательность 42 проб из 49. Общими видами анализа определяется примерно равное содержание золота: от следов до 1,5 г/т, преобладающие содержания 0,5-1 г/т. Пробирным анализом устанавливаются содержания серебра до 1,5 г/т.

На всех остальных участках с выявленной золотой минерализацией не обнаружено сколько-нибудь значительных концентраций металла.

Проявление г.Скалистой (IV-I-4) приурочено к пропицитизированным субвулканическим андезитам и диоритовым порфиритам плиоценового возраста. Площадь измененных пород составляет около 10 км². Среди них отмечены небольшие выходы (первые метры) вторичных кварцитов. Коренные выходы монокварцитов единичны, но на их площадное развитие указывают делювиальные обломки монокварцевых пород. В 1,8 км на восток от вершины г.Скалистой в правом борту ручья наблюдается обнажение монокварцитов размером 1х4 м. Породы ожелезнены, брекчированы. Пробирный анализ четырех бороздовых проб показал содержание зо-

лота от следов до 0,2 г/т, а серебра 0,6-1,6 г/т. На западных склонах г.Скалистой обнаружен развал обломков монокварцитов. Золотоспектральный анализ установил в них следы золота.

В правом борту р.Прав.Опала (П-3-I) в 5 км выше ее устья среди андезитов среднечетвертичного субвулканического тела наблюдается зона каолинизированных пород, связанная с тектоническим нарушением северо-восточного простирания. Она прослежена на 15 м при мощности до 10 м. Центральная часть зоны сложена тектоническими глинами мощностью 5 м, а зальбанды - каолинизированными андезитами, которые пронизаны тонкими кварцевыми прожилками. В двух бороздовых пробах, взятых из зальбанд, пробирным анализом установлено содержание золота 0,2-0,6 г/т и серебра 0,8-2,4 г/т. Глины центральной части содержат обломки кварца, в которых спектральным анализом установлено 0,1 г/т золота.

Проявление р.Сред.Опала (I-4-I) находится в верхнем течении реки в истоке ее левого притока, где среди эффузивно-пирокластических отложений аллейской серии вскрывается плиоценовое субвулканическое тело диоритовых порфиритов и андезитов. Породы пропицитизированы, пересечены трещинами, вдоль которых отмечены каолинизация и прокварцевание в виде тонких (2-3 мм) прожилков. Такие породы были прослежены в ложбине на расстоянии 20 м, ширина их выходов не превышает 1 м. Пробирный анализ двух штучных проб показывает содержание золота до 0,2 г/т, серебра - 3 г/т.

В вершинной части г.Асачи (П-4-I) выделено субвулканическое тело андезито-базальтового состава, относящееся к питающей системе средне-верхнечетвертичного влк.Асача.Породы слабо пропицитизированы, пирицитизированы по трещинам. Площадь измененных пород около 3 км². Они вмещают халцедоновые и кальцитовые прожилки мощностью от 1 до 50 см. На участке были отобраны две бороздовые пробы из кальцитовой жилы мощностью 0,5 м, прослеженной на 30 м, и одна штучная проба из халцедонового прожилка мощностью 0,1 м. Пробирным анализом бороздовых проб установлены следы золота и содержание 2-3 г/т серебра, а штучной пробы - 0,8 г/т золота и 4,7 г/т серебра.

Шлиховое опробование гидросети не выявило ореолов рассеяния золота. Единичные знаки золота встречены в нескольких десятках проб из пойменного аллювия. Часть таких проб взята в долинах рек, дренирующих участки коренных проявлений золота (в бассейне р.Асача), а часть, видимо, связана с размывом вулканогенно-осадочных отложений неогенового и четвертичного возраста.

В настоящее время, несмотря на довольно широкое развитие проявлений золота на площади листа, можно говорить о перспективах промышленного освоения лишь одного Асачинского рудопоявления. Возможно, при более детальных поисковых работах перспективными окажутся проявления истока р.Хетик и г.Скалистой.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Х и м и ч е с к о е с ы р ь е

Сера

Находки самородной серы на площади связаны в основном с современной фумарольной и гидротермальной деятельностью.

В стенках вершинного кратера влк.Опала среди аргиллизированных андезитов обнаружено выделение кристаллической серы по трещине на площади около 1 м^2 . Редкую тонкую вкрапленность серы содержат фумарольно-измененные аргиллизированные породы на северном склоне влк.Опала на отметке 1650 м. Размеры фумарольной площадки $80 \times 20 \text{ м}$.

На дне кратера влк.Ходутка среди делювиальных отложений найден обломок псефитовых туфов, имеющий 10 см в поперечнике, цементом в котором служит самородная сера.

Щеточки кристаллической самородной серы совместно с гипсом обнаружены в трещинах андезитовой экструзии у северного подножия влк.Ходутка.

В небольших размерах отложение самородной серы происходит на дне грифонов и ванн Саванских термальных источников.

Убогая серная минерализация наблюдается во вторичных кварцитах гидротермально-измененных пород г.Скалистой и в истоках р.Хетик.

Все находки серы не представляют практического интереса.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

И з в е р ж е н н ы е п о р о д ы

Изверженные породы слагают почти всю площадь листа. Среди них наибольший интерес в отношении строительных материалов могут представлять вулканические шлаки, пемзы, экструзии липаритов и покровы игнимбригов.

Вулканические шлаки являются фациальной принадлежностью полей четвертичного ареального базальтового вулканизма. На площади

находятся около 200 шлаковых конусов, сложенных шлаками лапиллиевой и бомбовой размерности. Они имеют высоту от десятков метров до 200 м и диаметр основания до 800 м. Наиболее пригодными для использования являются верхнеголоценовые конусы, совершенно не нарушенные эрозией. Такие конусы сконцентрированы на нескольких участках: на правом берегу р.Прав.Ходутка (более 20 конусов), в истоках р.Ужич (более 20 конусов), у южного и северного подножия г.Асача (более 20 конусов), на Толмачевом Долу (более 50 конусов), на склонах влк.Горелый. На указанных участках на одном квадратном километре в среднем расположено 1-2 шлаковых конуса.

Пемзы и пемзовые пески довольно широко распространены на площади листа. Большие участки пемзово-песчаных отложений закартированы в окрестностях и внутри кальдеры влк.Опала. Площади отдельных участков составляют десятки квадратных километров при мощности от первых метров до 20-30 м. Максимальная наблюдаемая мощность составляет 60 м. Самые крупные поля этих отложений выделены в бассейне р.Ковач, в кальдере влк.Опала, в истоках р.Сухая Толмачева. Отложения состоят из орешковой пемзы (около 10%), пемзового песка (60-70%) и пепла (20-30%). Состав отложений липаритовый. В пролювиально-делювиальном шлейфе основания влк.Ходутка на площади более 10 км^2 постоянно присутствуют слои орешковой пемзы мощностью 1-2 м. Обломки более 5 мм составляют около 60% этих отложений, объемный вес орешковой пемзы равен $0,39 \text{ г/см}^3$, пористость - 83,7%, прочность на сжатие $1,76 \text{ кг/см}^2$. Пемзы с такими свойствами рекомендуются как легкий заполнитель в бетоны, приготовляемые на цементе с содержанием щелочей не более 0,7% /40/.

Большой интерес в отношении сырья на перлиты представляют собой современные экструзии липаритов, наблюдающиеся в кратере Бараний Амфитеатр на р.Опале и у западного подножия влк.Ходутка. Обе экструзии заполняют обширные кратера-диатремы. Их диаметр 1-2 км, высота 100-200 м. Лабораторные испытания штучной пробы липаритов экструзии влк.Ходутка показали следующие свойства породы /40/: удельный вес $2,42 \text{ г/см}^3$, пористость 2,06%, прочность 970 кг/см^2 , температура вспучивания 1200°C , продолжительность вспучивания 4-5 мин, коэффициент вспучивания 12-14, объемный вес вспученного перлита $0,32 \text{ г/см}^3$. Такие породы могут быть использованы для получения вспученного материала высшего сорта.

Склоны кальдеры влк.Горелого сложены покровами игнимбригов, мощность которых достигает 300 м. Часть игнимбригов обладает красивым розовым цветом; черные фьямме создают интересный рису-

нок на розовом фоне. Породы пористы, легки и, вероятно, могут использоваться как облицовочный материал. Площадь полей игнимбри-тов на территории листа превышает 100 км².

Г л и н и с т ы е п о р о д ы

Прослои глин и суглинков отмечены в водно-ледниковых отложениях в береговых обнажениях рек Опала и Саван. Глинистые породы образуют слои с ленточной горизонтальной слоистостью, которые протягиваются в довольно узкой полосе междуречья Саван – Опала на 20–25 км; мощность глинистых пород, залегающих среди галечников и песков, достигает 5–9 м. Среди них на р.Опала отмечены прослои чистых буроватых глин мощностью 6 м. Опробования и испытания глин не проводилось. Большая протяженность и выдержанность разреза водно-ледниковых отложений являются предпосылками нахождения значительных запасов глин. Кроме того, отмечены прослои глин среди современных озерных отложений. Максимальные мощности глин с прослойками (2 м) пемзового песка наблюдались в кальдере влк.Опала.

О б л о м о ч н ы е п о р о д ы

Пески, галечники

Пески и галечники слагают поймы, высокие поймы по рекам Саван и Опала. Галечники с большой примесью валунного материала характерны для пойм верхних течений рек Опала, Саван, Асача. Ширина высокой поймы р.Саван на протяжении 10 км более 1 км. Протяженные выдержанные слои галечникового материала мощностью 2–3 м типичны для флювиогляциальных отложений в бассейне р.Опала. В составе песков района большое количество пемзовых частиц и магнетита.

И С Т О Ч Н И К И

На территории листа находятся четыре группы выходов минеральных вод и три группы весьма горячих вод. Все источники в той или иной мере связаны с четвертичными вулканами различного типа и сопряжены с тектоническими нарушениями различных простираний. Подробно источники описаны в главе "Подземные воды".

Источники минеральных вод

Все выделенные четыре группы источников минеральных вод сосредоточены в юго-западном секторе кальдеры влк.Опала (П-2-1, 2, 3, 4). Это холодные или теплые восходящие источники с температурой от 5 до 17°C. Со дна их поднимаются струйки газа. Все они близки по своему составу, дебиту (0,1–1 л/с). В целом для них характерно следующее /21, 40/.

Состав воды гидрокарбонатный, содержание гидрокарбонат-ионов составляет 70–90% всех анионов, среди катионов отмечается преобладание иона Mg⁺⁺ над Na⁺ и Ca⁺⁺. Характерны очень низкое содержание сульфатов и высокая концентрация углекислого газа (до 440 мг/л). Свободный газ состоит в основном из CO₂ и CH₄. Общая минерализация достигает 3,8 г/л, реакция вод непостоянная и колеблется между кислой и щелочной. Типично содержание кремниевой кислоты в количестве от 30–40 до 94–101 мг/л. Полностью отсутствуют мышьяк и йод, а содержание брома и фтора ничтожно. Содержание бора не превышает 12,0 мг/л. Е.И.Кудрявцева /22/ считает, что состав спонтанных газов минеральных источников кальдер Опала, содержащих до 46% метана и 0,15% тяжелых углеводородов, может указывать на нефтегазоперспективность западной части Южной Камчатки, в частности Голыгинского прогиба.

Источники весьма горячих вод

Источниками весьма горячих вод являются такие крупные выходы термальных вод как Ходуткинские (IY-3-1), Саванские (Ш-2-1) и Верхне-Опалинские (П-3-2).

Наиболее значительными среди них с дебитом от 10 до 20 л/с являются Ходуткинские источники. Максимальная температура воды в грифоне достигает 80°C /40/. Потенциальный прогнозный ресурс термоявления составляет 110 л/с, прогнозный потенциальный ресурс тепла при разбуривании до глубины 600 м составит 8800 ккал/с /25/. Выходы Ходуткинских источников – важный признак перспективности депрессии р.Прав.Ходутки в отношении значительных запасов горячих вод и пара.

Дебит Саванских источников составляет около 10 л/с, максимальная температура в одном из грифонов 80°C /40/. Выходы приурочены к крупному нарушению р.Лев.Саван. Перспективность этой структуры и возможность значительных запасов горячих вод неясны. Потенциальные эксплуатационные ресурсы этого термоявления

120 л/с, прогнозные потенциальные ресурсы тепла при освоении до глубины 600 м составят 9000 ккал/с /25/. Е.И.Кудрявцева предполагает связь Саванских источников с глубокими горизонтами Голыгинского прогиба.

Суммарный дебит Верхне-Опалинских источников 10-15 л/с. Максимальная температура воды в одном из грифонов 75°C. По химическому составу они близки водам практически используемых в Камчатской области Паратунских и Начикинских источников.

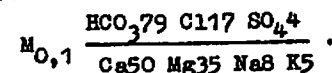
Бальнеологические свойства рассмотренных источников не изучались. Можно лишь отметить, что воды Верхне-Опалинских и Саванских терм относятся к кремнистым термальным водам, которые широко используются на Камчатке в лечебных целях.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

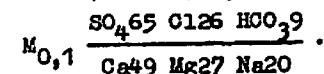
Подземные воды территории принадлежат водоносному комплексу рыхлых четвертичных отложений и комплексу вулканогенных и вулканогенно-осадочных неогеновых и четвертичных пород. Кроме того, имеются выходы трещинно-жильных вод. Среди последних могут быть выделены холодные или теплые минеральные источники и источники весьма горячих вод.

Водоносный комплекс рыхлых четвертичных отложений объединяет различные генетические типы плейстоценовых и голоценовых отложений. С ним связаны воды ледниковых, водно-ледниковых, аллювиальных, озерных и пролювиально-делювиальных отложений. Это грунтово-поровые воды, их область развития обычно совпадает с областью питания, которое происходит за счет атмосферных осадков и подтока вод из пород вулканогенного водоносного комплекса. Разгрузка осуществляется в долинах рек, ручьев, у подножий склонов и на склонах. Место разгрузки приурочено к поверхности какого-либо водоупора. Для вод пролювиальных отложений водоупором служат водно-ледниковые отложения, а разгрузка вод водно-ледниковых отложений отмечается над поверхностью слоев глинистых пород. Характерны малодобитные источники (0,1-1,5 л/с) нисходящего типа, часто линейно-сосредоточенные. Они широко развиты в бассейнах рек Опала, Асача, Прав.Ходутка. В случае подтока вод из образований сопряженного вулканогенного комплекса наблюдаются источники с дебитом 10 л/с. Такие источники отмечены в ледниковых отложениях на р.Асаче. Их значительный дебит объясняется подтоком трещинных вод из четвертичных эффузивов. Температура вод комплекса летом

3-8°C. Минерализация, как правило, небольшая, не более 0,1 г/л. По химическому составу воды гидрокарбонатно-хлоридно-щелочные или хлоридно-гидрокарбонатно-магниево-кальциевые, характеризуются формулой Курлова:



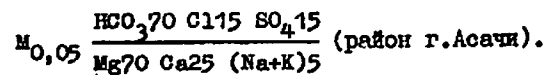
Воды имеют нейтральную реакцию. В том случае, если они подпитываются трещинными водами в районе зон гидротермально-измененных пород, они имеют слабую кислую реакцию и хлоридно-сульфатный состав:



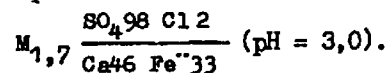
Водоносный комплекс неоген-четвертичных вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений, характеризующихся высокой степенью трещиноватости и пористости, является для данной территории основным коллектором подземных вод. Их питание происходит за счет атмосферных осадков: летних дождей и талых вод снежников. Область питания приурочивается к верхним частям горных вулканических массивов в силу их большей нарушенности, а разгрузка осуществляется в районе их подножий. Почти все горные сооружения на площади представляют собой неогеновые или четвертичные страто- или щитовые вулканы. Эрозионные или вулканотектонические кальдеры, нередко заканчивающиеся эти сооружения, являются естественными крупными водосборниками. Этим объясняются высокие дебиты наблюдаемых источников из рассматриваемого водоносного комплекса. Разгрузка происходит в бортах речных долин. Линия выходов контролируется границами лавовых покровов. Дебит отдельных выходов может быть более 20 л/с, а суммарный дебит линейно-сосредоточенного выхода достигает 100 л/с. Такие выходы наблюдались в истоках р.Асачи, где один из ее истоков - приток руч.Березового является мощным нисходящим источником, в истоках рек Толмачевой, Сред. и Лев.Опалы, дренирующих склоны кальдеры влк.Горелого, в истоках р.Прав.Опала, у подножия г.1012. Кроме того, в верховьях мелких распадов повсеместно наблюдается большое количество точечных источников трещинных вод с небольшим - 0,1-0,3 л/с - дебитом.

Воды не имеют вкуса, цвета, могут использоваться для бытовых и промышленных целей. Температура летом 4-10°C. Общая минерализация невысока - 50-300 мг/л, химический состав может быть

определен как хлоридно-гидрокарбонатно-магниевый:

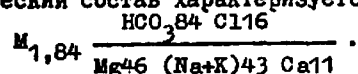


В зонах развития гидротермально-измененных пород и кратерных фаций палеовулканов (г. Сыпучая, IOI2, руч. Шумный) воды характеризуются кислой реакцией ($pH = 5,2-5,8$), хлоридно-сульфатным или гидрокарбонатно-сульфатным составом: $M_{0,1} \frac{SO_4 58 \text{ Cl } 22 \text{ HCO}_3 19}{Ca 69 \text{ Mg } 23 \text{ (Na+K) } 7}$ (подножие г. IOI2). В этих случаях воды имеют неприятный вяжущий вкус, желтоватый оттенок, взвесь гидроксидов железа. Максимальная концентрация сульфат-иона отмечена в источнике кратера влк. Ходутка:



Минеральные источники расположены в кальдере влк. Опала. Обнаружено 4 группы источников, имеющих сходный химический состав. Они изучены Е.И. Кудрявцевой /21/ и Г.И. Успенской /40/. Их выходы находятся среди рыхлых четвертичных отложений.

Группа источников у юго-западного борта кальдеры (П-2-2) находится в 0,5 км выше устья правого притока р. Опалы. Восходящие воды изливаются из грифонов, сосредоточенных в четырех воронках размером 1х1 м и глубиной до 0,3 м. Поверхность воды, стенки воронок, а также берега образованных источниками луж и ручьев покрыты железистым налетом. Дебит источников около 0,2 л/с. Со дна грифонов, луж на площадке около 100 м² и со дна притока выделяется газ, который горит желтым пламенем. В его составе метан (46,14%) и незначительная примесь (0,16%) тяжелых углеводородов. Иногда ощущается запах сероводорода. Температура воды от 9° до 13°С. Минерализация колеблется от 1,09 до 1,84 г/л, $pH = 6,0-8,2$. Химический состав характеризуется формулой:



Источники у юго-восточного подножия г. Скалистой в кальдере (П-2-1) образуют озеро длиной 75 м и шириной до 30 м. Его глубина 0,6-0,7 м. Температура воды в озере 14-16°С. Она газирована и имеет вкус, похожий на вкус нарзана. На дне озера находятся несколько грифонов, из которых поднимаются струи пузырьков газа. Вода над грифонами бурлит, $pH = 6,7$. Химический состав характеризуется формулой: $M_{1,68} \frac{HCO_3 90 \text{ Cl } 10}{Mg 56 \text{ Na } 31 \text{ Ca } 10}$, отмечается повышенное

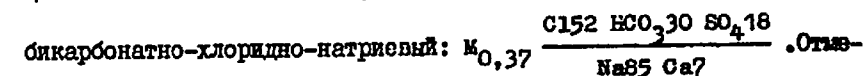
количество свободного CO_2 в воде (134,6 мг/л). Содержание кремниевой кислоты 30-40 мг/л.

Источники у южного борта кальдеры (П-2-3) расположены на горизонтальной площадке размером 30х15 м в воронкообразных углублениях. Со дна воронок поднимаются струи воды и газа. Газ без запаха, не горит. В отдельных грифонах вода фонтанирует, поднимаясь на высоту до 20 см. Температура воды в отдельных грифонах колеблется от 5° до 17°С. Вода чистая, кисловатая на вкус с приятным вкусом нарзана. Суммарный дебит около 3-5 л/с. На дне воронок и ручьев наблюдаются лимонитовые корки. Общая минерализация 1,7-3,8 г/л, $pH = 8,3$, химический состав вод из главного грифона имеет формулу: $M_{0,24} \frac{HCO_3 86 \text{ Cl } 12}{Mg 61 \text{ Na } 21}$.

Четвертая группа минеральных источников (П-2-4) находится на левом берегу р. Опалы в 2 км ниже по течению выхода реки из кальдеры. Они разгружаются среди пойменных отложений в виде трех восходящих струй с общим дебитом около 1 л/с. Температура воды около 10°С. Химический состав близок внутрикальдерным источникам: $M_{0,24} \frac{HCO_3 89 \text{ Cl } 10}{Mg 60 \text{ Ca } 27 \text{ Na } 10}$; содержание свободного CO_2 достигает 440 мг/л.

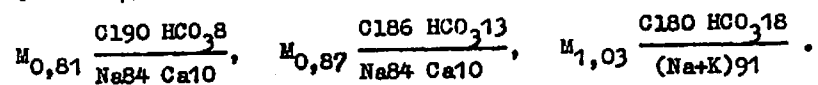
Источники горячих вод разобщены по площади листа и имеют различное геолого-структурное положение.

Выходы Ходуткинских источников (IV-3-1) приурочены к пролювиальному чехлу северо-западного подножия влк. Ходутка. Термальное поле занимает площадь около 0,7 км². Источники образуют горячую реку протяженностью 400 м, шириной 7-30 м, глубиной 0,2-1,9 м. Гидротермы и газ разгружаются на дне реки. Основные грифоны с температурой от 30° до 80°С расположены в озерообразном расширении в истоке горячей реки. Суммарный дебит источников около 20 л/с. Вода чистая прозрачная с легким привкусом извести и слабым запахом сероводорода, $pH = 6,0-7,3$, минерализация незначительная - не превышает 0,5 г/л. Химический состав



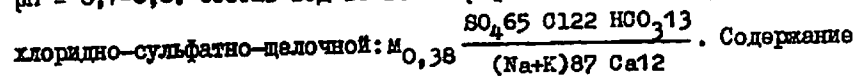
Отмечается повышенное содержание кремнекислоты (до 80,5 мг/л). В составе газов /36/ преобладает азот (94,9%), в незначительном количестве присутствуют сероводород, углекислый газ, метан. Травертины на термальной площадке сложены халцедоном.

Саванские термальные источники (Ш-2-1) расположены на левом берегу р.Лев.Саван в 2,8 км выше по течению от места ее слияния с р.Прав.Саван. Эти источники изучались на протяжении последних трех десятилетий /36, 7, 8, 21, 22, 40/ в связи с тем, что с ними связано единственное пока на Южной Камчатке проявление нефти и горючих газов. Выходы источников находятся на пойме. Термальная площадка имеет площадь около 250 м². Источники расположены непосредственно на тектонической трещине, сопряженной с разломом р.Лев.Саван. На термальной площадке находятся около 30 грифонов, из которых вода с температурой от 15° до 80°С, изливаясь, образует систему небольших озер и ручьев, впадающих в реку. Дебит отдельных грифонов 0,1-0,5 л/с, суммарный дебит около 10 л/с. Почти во всех грифонах отмечаются выходы газа в виде пузырьков или непрерывных струй. Вода в источниках бесцветная, терпкая, неприятная на вкус, с запахом сероводорода, минерализация от 0,15 до 1,03 г/л, слабокислая или нейтральная. Химический состав хлоридно-щелочной. Ниже приведены формулы химического состава воды из наиболее "горячих" грифонов (70-80°С):



Из минеральных новообразований в грифонах необходимо отметить самородную серу и пирит. В составе газов, выделяющихся в грифонах, преобладает метан (75-78%).

Верхне-Опалинские термальные источники (П-3-2) находятся в долине р.Лев.Опала, в 1,5 км на юго-запад от русловой отметки 295 у северо-западного подножия г.Асача. Источники образованы двумя группами грифонов среди пролювиально-делювиальных отложений, из которых вода, изливаясь, впадает в теплый ручей протяженностью 1 км и дебитом 10-15 л/с. Грифоны расположены в двух котловинообразных воронках 8х8 и 4,5х6 м глубиной до 3 м, удаленных друг от друга на 100 м. Вода в грифонах имеет температуру 60-75°С. Со дна грифонов бурно выделяется негорючий газ. На термальной площадке ощущается сильный запах сероводорода. Вода сохоневатая, неприятна на вкус, минерализация 0,38-0,49 г/л, рН = 6,7-8,8. Состав вод во всех грифонах очень однороден -



Содержание кремнекислоты достигает 82 мг/л. В составе спонтанных газов доминирует азот (85%), отмечается присутствие метана (10,8%).

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

Перспективы района могут оцениваться с позиции принадлежности территории к кайнозойскому орогенному вулканическому поясу. В связи с этим уже открытые рудопроявления золота являются надежными поисковыми критериями перспектив обнаружения промышленных запасов металла. Известные в районе термальные проявления - признаки возможных крупных запасов перегретого пара и горячих вод. Однако кроме этих традиционных для вулканической области полезных ископаемых обнаруженное Саванское нефтегазопроявление требует внимательного изучения глубинного строения территории, скрытого чехлом верхнекайнозойских вулканогенных образований. Золото, парогидротермы, нефть и газ являются ведущими полезными ископаемыми на площади листа.

Золотоносность района открыта лишь при последних геологосъемочных работах /40, 24/. Тем не менее выявленное Асачинское рудопроявление, на участке которого к настоящему времени проведены детальные поиски, уже сейчас позволяет ставить изученную территорию в разряд перспективных на Южной Камчатке. Кроме Асачинского выявлено еще пять проявлений золота, часть из которых требует постановки на их площади более детальных геологосъемочных и поисковых работ. Геологические критерии локализации золотой минерализации свидетельствуют о возможно более широком ее проявлении. Они заключаются в том, что рудоносная гидротермальная деятельность генетически или парагенетически связана на изученной площади с разновозрастными (плиоцен-четвертичными) субвулканическими телами среднего и кислого состава. Наиболее перспективными в отношении золотоносности являются плиоценовые образования, так как с ними связаны самые интенсивные проявления гидротермальной деятельности: зоны пропитов и вторичных кварцитов, жильные заполнения, приуроченные к разрывам, секущим субвулканические тела. Все проявления золота без исключения занимают подобную геологическую позицию. Субвулканические тела являются фациями питающих систем выявленных вулканических аппаратов.

Наряду с Асачинским, наиболее соответствует указанным предпосылкам геолого-структурное положение рудопроявлений г.Скалистой и истоков р.Хетик (руч.Шумный). Участки этих рудопроявлений находятся в крупном неогеновом вулканическом массиве, который образован смежными палеовулканами Хетик и Скалистая; их рудные тела непосредственно вмещаются субвулканическими фациями аппаратов, нарушенными и измененными гидротермальными процессами на

значительных площадях. Такие палеовулканические факторы, как тесная сопряженность эффузивных и субвулканических фаций аппаратов, сохранность их первичных форм, "эффузивная" структура вмещающих пород, свидетельствуют в целом о незначительном эрозионном срезе рудопроявлений. В связи с этим в районе этих рудопроявлений в бассейне рек Ужич, Хетик, Саван на площади около 1000 км² предлагается проведение геологосъемочных работ масштаба 1:50 000 (рис.6). На участках проявлений на этой площади рекомендуется комплекс геофизических и поверхностных горных работ с учетом фактора закрытости потенциально рудоносных образований как рыхлыми четвертичными отложениями, так и молодыми продуктами ареального базальтового вулканизма. Цель этих работ – выявление и определение параметров зон вторичных кварцитов и кварцевых заполнений, которые непосредственно несут золотую минерализацию.

На площади рудного поля Асачинского проявления рекомендуется постановка поисково-оценочных работ с целью оконтуривания рудных тел и прослеживания оруденения на глубину. Для этого предусматриваются геофизические исследования (электро- и магниторазведка), поверхностные горные работы. Проходка канав для прослеживания по простиранию жил и жильных зон I и 2 и поисков новых рудных тел будет проводиться с интервалом 40–80 м. Колонковое бурение проводится главным образом для изучения жилы I (10 скважины) и жилы 5 (4 скважины). Скважины глубиной от 120 до 340 м бурятся с целью определения характера оруденения на горизонтах 150, 250 и 300 м. Выявленные параметры рудных тел и содержание в них золота свидетельствуют о возможности обнаружения в районе рудопроявления среднего или крупного месторождения малосульфидного золото-кварцевого типа. Район рудопроявления сравнительно легко доступен. Он находится в 100 км от областного центра – Петропавловска-Камчатского, в 30 км от побережья Тихого океана. В настоящее время в 30 км на северо-восток от участка рудопроявления проложена грунтовая дорога, которая связывает Мутновское месторождение парогидротерм и пос.Паратунка.

Судить о перспективах территории листа на другие кроме золота металлические полезные ископаемые и серу на основании имеющихся редких находок точек убогой минерализации не представляется возможным.

На территории работ расположены три группы источников горячих и весьма горячих вод: Ходуткинские, Саванские, Верхне-Опалинские. Дебит каждой из групп колеблется от 10 до 20 л/с. Их

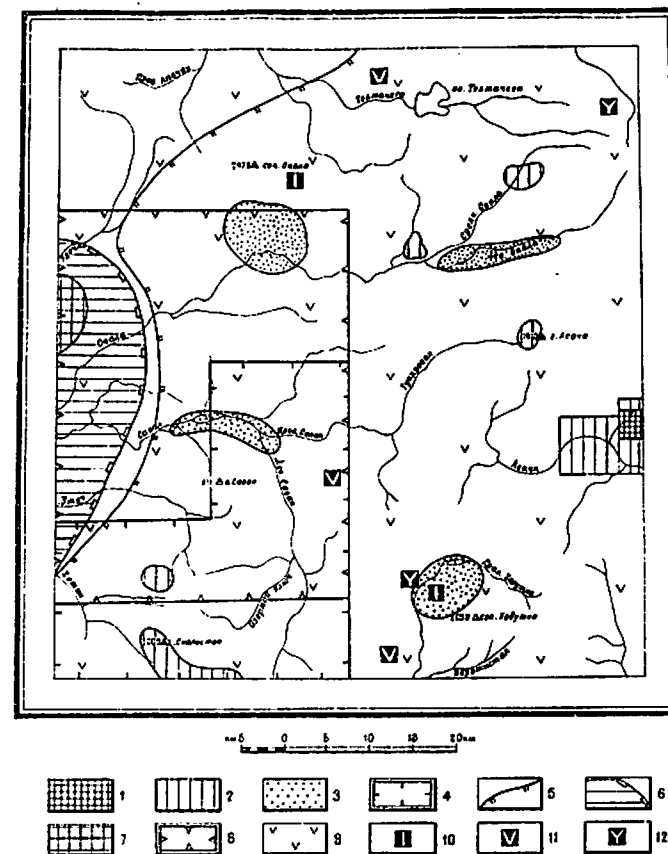


Рис.6. Прогнозная схема

1 – площадь Асачинского рудопроявления, на котором рекомендуется проведение поисково-оценочных работ с применением геофизических методов, горных работ и бурения; 2 – участки, перспективные на обнаружение рудопроявлений золота, требующие постановки общих поисков, специализированных на золото; 3 – площади, перспективные в отношении месторождений теплых, горячих, весьма горячих вод и перегретого пара, требующие постановки геофизических работ и бурения; 4 – площадь, на которой рекомендуется проведение геологосъемочных работ масштаба 1:50 000; 5 – площади с геолого-структурными и поисковыми признаками золотого, рудного оруденения, а также перспективные в отношении ресурсов подземного тепла; 6 – граница нефтегазоперспективного Голыгинского прогиба, на площади которого рекомендуется проведение сейсморазведки, электроразведки и параметрического бурения; 7 – площадь Удочкинского гравиметрического максимума, на которой рекомендуется первоочередное параметрическое бурение; 8 – площадь с положительными нефтегазоперспективами, на которой рекомендуется постановка гравиразведки и аэромагнитной съемки масштаба 1:50 000; 9 – площадь распространения неоген-четвертичных вулканитов, перспективных на строительные материалы; 10–12 – потенциальные месторождения строительных материалов: 10 – перлиты, 11 – базальтовые шлаки, 12 – кислые эффузивы, игнимбриты, пемзы

потенциальный прогнозируемый ресурс при разбуривании до глубины 600 м составляет 100–120 л/с. Структурное положение выходов вблизи подножий четвертичных вулканов, в грабенообразных долинах или в зонах крупных нарушений может указывать на возможность обнаружения крупных месторождений перегретого пара и горячих вод в районах термальных выходов. Бальнеологическое значение терм не изучалось, но сходство химического состава вод Ходуткинских и Верхне-Опалинских терм с известными на Камчатке водами лечебниц в поселках Паратунка и Начики делает возможным в перспективе курортное строительство на территории листа. В связи с проводящейся в настоящее время разведкой парогидротерм в районе влк. Мутновского для строительства геотермальной станции (мощность первой очереди 200 тыс. квт) наличие крупных выходов горячих вод на площади листа N-57-XXII в непосредственной близости от участка будущего строительства имеет важное значение. Со временем участки выходов будут вовлечены в промышленную оценку с целью определения запасов парогидротерм и строительства в дальнейшем геотермальных электростанций, объединенных в единую энергетическую систему с Мутновской ГеоТЭС. Для поисковой оценки запасов парогидротерм в долинах рек Саван – Лев. Саван, Лев. Опала, в верхнем течении р. Прав. Ходутка необходимо проведение комплекса геофизических работ и бурение скважин на глубины в пределах от 600 до 3000 м (из опыта разведки Паужетского и Кошелевского месторождений).

Перспективы нефтегазоносности территории изучаются с начала пятидесятых годов после обнаружения О.Н. Толстихиным выходов горючих газов, содержащих тяжелые углеводороды, в Саванских термальных источниках. Химический состав Саванских терм близок нефтяным водам о. Сахалина и Дагестанской АССР /36/. Однако лишь геофизические и дальнейшие геолого-гидрогеологические исследования, проведенные на юге и юго-западе полуострова, позволили реально оценить перспективность района. В этом отношении большую роль сыграло выделение Голыгинского прогиба, восточная граница которого проходит по западным склонам г. Саван. Мощность кайнозойских отложений в прогибе превышает 3 км. Его восточный борт имеет крутой наклон. По геофизическим и гидрогеологическим данным, структура имеет хорошую закрытость. По мнению Е.И. Кудрявцевой /7, 22/, Саванское нефтегазопоявление наряду с выходами газа в минеральных источниках кальдеры влк. Опала связано с зоной разгрузки глубоких водоносных горизонтов Голыгинского прогиба. Основная площадь этой перспективной структуры находится

на смежной к западу территории, но значительная ее часть – около 1000 км² – расположена на территории листа, примыкая с запада к Голыгинской вулканической цепи. Можно предположить, что именно в этой части в миоцене и плиоцене прогиб заполнялся продуктами вулканической молассы, обладающей высокими коллекторскими свойствами. Наличие на западной границе площади листа в междуречье Ковач – Удочка локального интенсивного гравиметрического /16/ максимума изометричной формы (Удочкинский максимум) с плановыми параметрами 8х6 км является возможной предпосылкой существования нефтеносной структуры. Не противоречит перспективности Голыгинского прогиба пространственная сопряженность с ним неоген-четвертичных вулканических проявлений. Многие нефтяные месторождения Тихоокеанского кольца расположены среди неогеновых отложений вблизи вулканических поясов /22/.

Однако было бы слишком преждевременно связывать Саванское нефтегазопоявление с одной лишь возможностью разгрузки водоносных горизонтов Голыгинского прогиба. Зона выходов источников отделена от прогиба питающими системами вулканических аппаратов. Кроме того, ряд геологических и геофизических данных свидетельствует о поднятии мезозойского фундамента восточнее Голыгинского прогиба (рис. 2). Поэтому не должна отрицаться возможность связи данного проявления с системой крупных разломов в бассейне р. Саван за пределами Голыгинского прогиба. Геофизические данные свидетельствуют о погружении мезозойского фундамента на глубину 2–3 км между Голыгинской и Ильинской вулканическими цепями. Поэтому не лишена основания возможность связи нефтегазопоявления с неизученными кайнозойскими структурами восточнее Саванских источников.

Для оценки нефтегазоперспектив района на площади листа необходимо продолжить комплекс нефтегазоперспективных геофизических работ как на площади Голыгинского прогиба, так и за его пределами. Рекомендуется провести параметрическое бурение на участке Удочкинского гравиметрического максимума.

ЛИТЕРАТУРА

О п у б л и к о в а н н а я

1. А п р е л к о в С.Е. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, серия Западно-Камчатская, лист N-57-XXII. 1967.

2. А п р е л к о в С.Е., Ж е г а л о в Ю.В. О вулканических поясах Камчатки. "Геотектоника", 1972, № 2.

3. Бондаренко В.Н. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, серия Западно-Камчатская, лист М-57-XXVI. 1967.

4. Геология СССР. т. XXXI. Камчатка, Курильские и Командорские острова. Ч. I. Геологическое описание. М., Недра, 1964.

5. Зобин В.М., Мелекесцев И.В., Шумилина Л.С. Детальное сейсмическое районирование Камчатки в области высокой сейсмовулканической активности. В сб.: Детальное сейсмическое районирование. М., Наука, 1980.

6. Зубин М.И. Геофизические поля и глубинное строение по геофизическим данным. В кн.: Долгоживущий центр эндогенной активности Южной Камчатки. М., Наука, 1980.

7. Кудрявцева Е.И. К вопросу об условиях сохранности залежей углеводородов Голыгинской впадины Камчатки по гидрогеологическим данным. Тр. ВНИГРИ, вып. 348, 1974.

8. Кудрявцева Е.И., Андреева З.А., Супруненко О.И. О находке природного керосина на Юго-Западной Камчатке. Докл. АН СССР, т. 216, № 2, 1974.

9. Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Эрлих Э.Н. и др. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Камчатка, Курильские и Командорские острова. М., Наука, 1974.

10. Огородов Н.В., Кожемяка Н.Н., Зубин М.И. Долгоживущий центр эндогенной активности Южной Камчатки. М., Наука, 1980.

11. Снепов Д.М. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, серия Западно-Камчатская, лист М-57-XXXIII. 1973.

12. Шеймович В.С. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, серия Западно-Камчатская, лист М-57-П, III. 1973.

13. Шеймович В.С. Кайнозойский базальтовый вулканизм Камчатки как индикатор раздвижения земной коры. Изв. АН СССР, серия геол., № II, 1976.

14. Шеймович В.С., Зубин М.И. Структура земной коры и петрохимия позднекайнозойских вулканитов юга Камчатки. Докл. АН СССР, т. 230, № 4, 1976.

15. Шеймович В.С. Игнимбриты Камчатки. М., Недра, 1979.

16. Аведисян В.Н., Иванов С.Л. Отчет о результатах гравиметрической съемки масштаба 1:200 000, проведенной Гореловским отрядом спецпартии № 17 в центральной части Южно-Камчатского региона в 1978 г. 1979, № 4230.

17. Апрельков С.Е., Ежов Б.В., Отточкин В.В. Строение Центрально-Камчатского вулканического пояса и связь с ним опускания на основе дистанционных методов исследования. 1979, № 424I.

18. Бражаев В.И., Горяев М.И., Декин Г.П. Отчет о работах Южно-Камчатской гравиметрической партии за 1962-1963 гг. 1964, № II05.

19. Вдовенко В.П., Ташлинский А.А., Шевельков Ф.А. Материалы к геологии и геоморфологии Юго-Западной Камчатки. Отчет о геологической съемке масштаба 1:100 000, проведенной в среднем течении р. Опалы Опалинской геологосъемочной партией летом 1957 г. 1958, № 420.

20. Грязнов Л.П., Ковалева Д.А., Ташлинский А.А. Отчет по работам Саванской геологосъемочной партии за 1956 г. Геологическая съемка масштаба 1:100 000 в районе среднего течения р. Опалы на юге Камчатки. 1957, № 33I.

21. Кудрявцева Е.И. Критерии и перспективы нефтегазоносности Камчатки по гидрогеологическим показателям. 1971, № 3I36.

22. Кудрявцева Е.И. Гидрогеология артезианских бассейнов Камчатки в связи с нефтегазоносностью. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. геол.-минерал. наук. 1974, № 3789.

23. Лебедев М.М., Ерешко Э.М. Тектоническая карта Камчатской области масштаба 1:1 000 000. Объяснительная записка. 1978, № 4I65.

24. Лоншаков Е.А., Бархатов Д.В. Отчет Гореловской партии по работам 1974-1979 гг. масштаба 1:50 000 в пределах площади листов М-57-III3-В, I24-В, Г, I25-А, Б, В, Г, I26-А, Б, I36-Б, I37-А, Б, I38-А. 1979, № 4I7I.

25. Манухин Д.Ф., Ворожейкина Л.А. Отчет о работе по теме: "Типы промышленных месторождений термоминеральных вод и природного пара вулканических районов Камчатки и геолого-экономические предпосылки их освоения". 1977, № 4044.

х/ Работы, для которых не указано место хранения, хранятся в геологическом фонде Камчатского ЦГО.

26. Мокроусов В.П., Осипова Л.И., Мокроусова М.Н. Отчет партии № 536 о комплексных геологических и гидрогеологических исследованиях в масштабе 1:500 000, произведенных в 1952 г. на территории Юго-Восточной Камчатки в бассейнах рек Банная, Карымчина, Паратунка. 1953, № 1373.

27. Мокроусов В.П., Мокроусова М.Н. Отчет о комплексной гидрогеологической съемке, произведенной в 1954 г. на междуречье Опалы и Плотниковой. 1955, № 1371.

28. Округин В.М. Отчет по теме: "Минералогия руд Асачинского и Верхне-Паратунского рудных полей". 1980, № 4348а.

29. Попова В.Ф. Григорьянц Н.Г. Отчет о результатах гравиметрической съемки масштаба 1:50 000 и магнитной съемки масштаба 1:100 000, проведенных в северной части Голыгинского прогиба. 1974, № 3671.

30. Ривов Л.А., Розов В.И. Отчет по работам Камчатской аэромагнитной партии за 1958 г. 1959, № 551.

31. Семенов Е.М., Виноградова Н.И. Отчет о результатах аэрогеофизической съемки на территории Камчатской области в 1974 г. 1975, № 3773.

32. Семенов Е.М., Виноградова Н.И. Отчет о результатах аэрогеофизической съемки, проведенной на территории Камчатской области в 1975 г. 1976, № 3938.

33. Синицкий В.Я., Большаков Н.М. Отчет о результатах детальных поисковых работ на площади Асачинского рудного поля в 1978-1981 гг. 1981, № 4701.

34. Смирнов Л.М. Перспективы нефтегазоносности Западной Камчатки. Отчет по работам тематической партии в 1964-1968 гг. 1968, № 2597.

35. Стратиграфия меловых и кайнозойских отложений Камчатки, Корянского нагорья, Сахалина и Курильских островов. Материалы Межведомственного стратиграфического совещания. 1974, № 3710.

36. Толстихин О.Н., Калинин Н.Е. Отчет партии № 535 о комплексных геологических и гидрогеологических исследованиях в масштабе 1:500 000, проведенных в 1952 г. на территории Юго-Восточной Камчатки в бассейнах рек Опала, Мутной, Асаха, 1953, № 1365.

37. Толстихин О.Н., Профатилов А.П., Тимошина Л.И. Отчет о комплексной геологической съемке в масштабе 1:500 000, проведенной в 1954 г. в бассейне р. Опала, лист N-57-B. 1955, № 1384.

38. Успенский В.С. Сводная легенда Западно-Камчатской серии листов Государственной геологической карты СССР масштаба 1:200 000, 1978, № 4218.

39. Филимонов А.В., Тимошенко А.С., Сафонова Р.Г. Отчет по теме 3.1/501(15)43 - 9/7АСЧ "Лабораторные технологические исследования золото-серебряных руд Асачинского месторождения". 1980, № 4703.

40. Шеймович В.С., Патока М.Г., Соловьев Г.С. Геологическое строение и полезные ископаемые листа N-57-XXXII. Окончательный отчет о геологической съемке масштаба 1:200 000, проведенной Опалинской партией в 1971-1973 гг. 1974, № 3620.

41. Шеймович В.С., Патока М.Г. Отчет по теме: "Методика картирования и картографирования золотоносных вулканических комплексов Камчатки". 1979, № 4142.

42. Шиленко В.Н. Отчет о результатах детальных и рекогносцировочных поисковых сейсморазведочных работ МОВ в Голыгинском прогибе, проведенных Отраденской сейсморазведочной партией № 2 в 1974-1975 гг. 1975, № 3822.

43. Шпак И.П., Серов Л.М. Отчет о результатах работ Козыревской электроразведочной партии № 22/74 в южной и центральной частях Камчатки за 1974 г. 1975, № 3753.

СПИСОК
ПРОЯВЛЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ПОКАЗАННЫХ НА ЛИСТЕ
N-57-XXXII ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ МАСШТАБА 1:200 000

Индекс клетки на карте	№ на карте	Вид полезного ископаемого и название (местонахождение) проявления	Ссылка на литерату- ру (номер по списку)	Приме- чание
I	2	3	4	5
ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Нефть и горючие газы (совместно)				
Ш-2	I	Саванское (р.Лев.Саван, левый берег)	8, 36, 40	
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Редкие металлы				
Ртуть				
П-2	5	руч.Озерный - р.Опала	40	Шлиховой ореол
Ш-I	I	р.Ужич	40	То же
IV-I	2	р.Хетик	40	"
IV-I	3	г.Скалистая	40	"
IV-4	I	г.Прав.Ходутка, высота 1012	40	"
IV-4	2	р.Лев.Ходутка, г.Сыпучая	40	"
Благородные металлы				
Золото				
I-4	I	Истоки р.Сред.Опалы	40	В коренном залегании
П-3	I	р.Прав.Опала	40	То же
П-4	I	г.Асача	40	"
Ш-4	I	Асачинское, левый приток	24,33,40	"
Ш-4	2	р.Асача	32, 40	"

I	2	3	4	5
IV-I	I	руч.Шумный, исток р.Хетик	40	В коренном залегании
IV-I	4	г.Скалистая	40	То же
ИСТОЧНИКИ				
Источники минеральных вод				
П-2	I	Кальдера влк.Опала, устье руч.Первый Ключ	20, 40	
П-2	2	Западный борт кальдеры влк.Опала	20, 40	
П-2	3	Южный борт кальдеры влк.Опала	40	
П-2	4	р.Опала, лев.берег	20, 40	
Источники весьма горячих (свыше 70°) вод				
П-3	2	Верхне-Опалинские, р.Лев. Опала	40	
Ш-2	I	Саванские, р.Лев.Саван, левый берег	20,36,40	
IV-3	I	Ходуткинские, р.Прав.Хо- дутка, левый берег	40	

Редактор Г.Н.Поташова
Технический редактор С.К.Леонова
Корректор Т.А.Ушакова

Сдано в печать 09.10.85.

Подписано к печати 05.01.88.

Тираж 148 экз.

Формат 60х90/16

Печ.л.6,25

Заказ 542 с

Центральное специализированное
производственное хозрасчетное предприятие
объединения "Совгеолфанд"